

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2001-060307

(43)Date of publication of application : 06.03.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 11-236269

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 24.08.1999

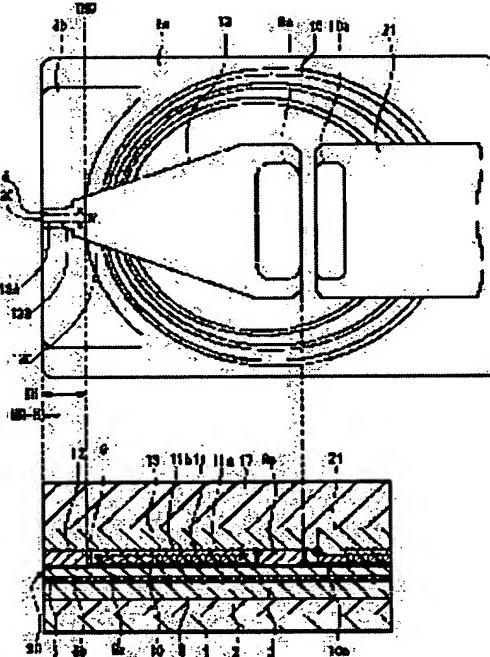
(72)Inventor : SASAKI YOSHITAKA
IIJIMA ATSUSHI

(54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To permit the reduction of a magnetic path length and to prevent the generation of the gaps in insulating layers for insulating the windings of thin-film coils from each other.

SOLUTION: A recording head has a lower magnetic pole layer 8, an upper magnetic pole layer 13, a magnetic gap layer 12 disposed between the respective magnetic pole portions of the magnetic pole layers 8 and 13 and the thin-film coils 10 disposed between the magnetic pole layers 8 and 13. The lower magnetic pole layer 8 has a first portion 8a arranged to face the thin-film coils 10 and a second portion 8b which is connected to the surface on the thin-film coil 10 side in the first portion 8a and forms the magnetic pole portion. The thin-film coil 10 is arranged alongside the second portion 8b. The insulating layers 11 for insulating the windings of the thin-film coils 10 from each other has the first insulating film 11 which consists of, for example, a photoresist and is arranged to fill the spacings between the windings in contact with the insulating film 9 and a second insulating film 11b which consists of an inorganic insulating material and is arranged to cover the first insulating film 11a.



LEGAL STATUS

THIS PAGE IS A DRAFT

[Date of request for examination] 01.03.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.06.2003
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-12695
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 04.07.2003
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE IS BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st and 2nd magnetic layers which consist of at least one layer including the magnetic pole part which counters mutually the medium opposed face side which each other is connected magnetically and counters a record medium, respectively, At least the gap layer prepared between the magnetic pole part of said 1st magnetic layer and the magnetic pole part of said 2nd magnetic layer and a part between said 1st and 2nd magnetic layers It is the thin film magnetic head equipped with the thin film coil prepared in the condition of having insulated to said 1st and 2nd magnetic layers. One [at least] magnetic layer The 1st part arranged in the location which counters said some of thin film coils [at least], Connect with the field by the side of said thin film coil in said 1st part, and it has the 2nd part which forms a magnetic pole part. Said some of thin film coils [at least] are arranged in the side of said 2nd part. The thin film magnetic head It has an insulating layer for insulating between the coils in said some of thin film coils [at least]. Furthermore, said insulating layer The layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, and serves as some [at least] substrates of said thin film coil at it is touched. The 1st insulator layer arranged so that a part of each space [at least] between the coils in said some of thin film coils [at least] and between said at least 2nd part and parts of said thin film coil may be filled, The thin film magnetic head characterized by having the 2nd insulator layer arranged so that it may consist of an inorganic insulating material and said 1st insulator layer may be covered.

[Claim 2] Said 1st insulator layer is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by consisting of an organic insulating material.

[Claim 3] Said 1st insulator layer is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by being the spin-on glass film.

[Claim 4] For said 1st insulator layer in said 2nd insulator layer, the field of the opposite side is the thin film magnetic head according to claim 1 to 3 characterized by carrying out flattening.

[Claim 5] Said 1st insulator layer is the thin film magnetic head according to claim 1 to 4 characterized by being arranged so that said some of thin film coils [at least] may be covered.

[Claim 6] Said 1st insulator layer is the thin film magnetic head according to claim 1 to 4 characterized by being arranged so that said a part of each space may be filled.

[Claim 7] The 1st and 2nd magnetic layers which consist of at least one layer including the magnetic pole part which counters mutually the medium opposed face side which each other is connected magnetically and counters a record medium, respectively, At least the gap layer prepared between the magnetic pole part of said 1st magnetic layer and the magnetic pole part of said 2nd magnetic layer and a part between said 1st and 2nd magnetic layers The process which is the manufacture approach of the thin film magnetic head equipped with the thin film coil prepared in the condition of having insulated to said 1st and 2nd magnetic layers, and forms said 1st magnetic layer, At least the process which forms said gap layer on said 1st magnetic layer, the process which forms said 2nd magnetic layer on said gap layer, and a part between said 1st and 2nd magnetic layers The process which forms one [at least] magnetic layer including the process which forms said thin film coil so that it may be arranged in the

THIS PAGE IS ANK (115PT01)

condition of having insulated to these 1st and 2nd magnetic layers. The 1st part arranged in the location which counters said some of thin film coils [at least], The process which is connected to the field by the side of said thin film coil in said 1st part, forms the 2nd part which forms a magnetic pole part, and forms said thin film coil. Said some of thin film coils [at least] are arranged to the side of said 2nd part. The manufacture approach of the thin film magnetic head Furthermore, the process which forms said insulating layer including the process which forms the insulating layer for insulating between the coils in said some of thin film coils [at least]. In the 1st insulator layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, the layer used as some [at least] substrates of said thin film coil is touched. The process formed so that a part of each space [at least] between the coils in said some of thin film coils [at least] and between said at least 2nd part and parts of said thin film coil may be filled, The manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by including the process which forms the 2nd insulator layer which consists of an inorganic insulating material so that said 1st insulator layer may be covered.

[Claim 8] Said 1st insulator layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 7 characterized by consisting of an organic insulating material.

[Claim 9] Said 1st insulator layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 7 characterized by being the spin-on glass film.

[Claim 10] Furthermore, the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 7 to 9 characterized by including the process which carries out flattening of the field of the opposite side to said 1st insulator layer in said 2nd insulator layer.

[Claim 11] The process which forms said 1st insulator layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 7 to 10 characterized by forming the 1st insulator layer so that said some of thin film coils [at least] may be covered.

[Claim 12] The process which forms said 1st insulator layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 7 to 10 characterized by forming the 1st insulator layer so that said a part of each space may be filled.

[Claim 13] The process which forms said 1st insulator layer is the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 7 to 10 characterized by including the process which forms the film which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation so that said some of thin film coils [at least] may be covered, and the process which removes with etchback said film located on [some / at least] said thin film coil.

[Translation done.]

**THIS PAGE IS A
LINK (USPTO)**

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the thin film magnetic head which has an induction type MAG sensing element at least, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the improvement in the engine performance of the thin film magnetic head is called for with improvement in the surface recording density of a hard disk drive unit. The compound-die thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the reproducing head which reads as the thin film magnetic head with the recording head which has an induction type MAG sensing element for writing, and has the magnetic-reluctance (it is hereafter described also as MR (Magnetoresistive).) component of business is used widely.

[0003] By the way, in order to raise recording density among the engine performance of a recording head, it is necessary to raise the track density in a magnetic-recording medium. It is necessary to realize the recording head of the ** truck structure which narrowed the width of face in the air bearing side (medium opposed face) of that lower magnetic pole formed up and down and an up magnetic pole, i.e., the width of recording track, from several microns to the submicron dimension on both sides of the record gap layer, and for that, in order to attain this, the semi-conductor processing technique is used.

[0004] Here, with reference to drawing 16 thru/or drawing 19, an example of the manufacture approach of the compound-die thin film magnetic head is explained as an example of the manufacture approach of the conventional thin film magnetic head. In addition, in drawing 16 thru/or drawing 19, (a) shows a cross section perpendicular to an air bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part.

[0005] By this manufacture approach, first, as shown in drawing 16, the insulating layer 102 which consists of an alumina (aluminum 2O3) is deposited by the thickness of about about 5-10 micrometers on the substrate 101 which consists of ARUTIKKU (aluminum 2O3, TiC). Next, the lower shielding layer 103 for the reproducing heads which consists of a magnetic material is formed on an insulating layer 102.

[0006] Next, on the lower shielding layer 103, sputter deposition of the alumina is carried out to the thickness of 100-200nm, and the lower shielding gap film 104 as an insulating layer is formed. Next, the MR component 105 for playback is formed on the lower shielding gap film 104 at the thickness of dozens of nm. Next, the electrode layer 106 of the pair electrically connected to the MR component 105 is formed on the lower shielding gap film 104.

[0007] Next, the up shielding gap film 107 as an insulating layer is formed on the lower shielding gap film 104 and the MR component 105, and the MR component 105 is laid underground in the shielding gap film 104,107.

[0008] Next, on the up shielding gap film 107, it consists of a magnetic material and the lower [an up shielding layer-cum-] magnetic pole layer (it is hereafter described as a lower magnetic pole layer.) 108 used to the both sides of the reproducing head and a recording head is formed at the thickness of about 3

-ERIC DACE RANK (USPTO)

micrometers.

[0009] Next, as shown in drawing 17, the record gap layer 109 which consists of an insulator layer, for example, the alumina film, is formed on the lower magnetic pole layer 108 at the thickness of 0.2 micrometers. Next, for magnetic-path formation, the record gap layer 109 is etched partially and contact hole 109a is formed. Next, the up magnetic pole chip 110 which consists of a magnetic material for recording heads is formed on the record gap layer 109 in a magnetic pole part at the thickness of 0.5-1.0 micrometers. The magnetic layer 119 which becomes coincidence from the magnetic material for magnetic-path formation on contact hole 109a for magnetic-path formation at this time is formed.

[0010] Next, as shown in drawing 18, the record gap layer 109 and the lower magnetic pole layer 108 are etched by ion milling by using the up magnetic pole chip 110 as a mask. As shown in drawing 18 (b), the structure where some each side attachment walls of an up magnetic pole part (up magnetic pole chip 110), the record gap layer 109, and the lower magnetic pole layer 108 were formed perpendicularly in self align is called trim (Trim) structure.

[0011] Next, the insulating layer 111 which consists of alumina film is formed in the whole surface at the thickness of about 3 micrometers. Next, it grinds and flattening of this insulating layer 111 is carried out until it reaches the front face of the up magnetic pole chip 110 and a magnetic layer 119.

[0012] Next, the thin film coil 112 of the 1st layer for the recording heads of the induction type which consists of copper (Cu) is formed on the insulating layer 111 by which flattening was carried out. Next, a photoresist layer 113 is formed on an insulating layer 111 and a coil 112 at a predetermined pattern. Next, in order to make the front face of a photoresist layer 113 flat, it heat-treats at predetermined temperature. Next, the thin film coil 114 of the 2nd layer is formed on a photoresist layer 113. Next, a photoresist layer 115 is formed on a photoresist layer 113 and a coil 114 at a predetermined pattern. Next, in order to make the front face of a photoresist layer 115 flat, it heat-treats at predetermined temperature.

[0013] Next, as shown in drawing 19, the up magnetic pole layer 116 which consists of a magnetic material for recording heads, for example, a permalloy, is formed on the up magnetic pole chip 110, a photoresist layer 113,115, and a magnetic layer 119. Next, the overcoat layer 117 which consists of an alumina is formed on the up magnetic pole layer 116. Finally polish processing of the slider containing above-mentioned each class is performed, the air bearing side 118 of a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head is completed.

[0014] Drawing 20 is the top view of the thin film magnetic head shown in drawing 19. In addition, in this drawing, the overcoat layer 117, other insulating layers, and an insulator layer are omitted.

[0015] In drawing 19, TH expresses throat height and MR-H expresses MR height. In addition, throat height means the die length (height) from the edge by the side of an air bearing side of the part, i.e., a magnetic pole part, which two magnetic pole layers counter through a record gap layer to the edge of the opposite side. Moreover, MR height means the die length (height) from the edge by the side of the air bearing side of MR component to the edge of the opposite side. Moreover, in drawing 19, P2W express magnetic pole width of face (henceforth recording track width of face), i.e., the width of recording track of a recording head. There is an apex angle type (Apex Angle) as shown by theta else [, such as throat height and MR height,] in drawing 19 as a factor which opts for the engine performance of the thin film magnetic head. This apex angle type says the include angle of the straight line which connects the corner of the side face by the side of the magnetic pole in the part which rose in the shape of [in which a coil 112,114 is covered and formed by the photoresist layer 113,115] a crest, and the top face of an insulating layer 111 to make.

[0016] In order to raise the engine performance of the thin film magnetic head, it is important to form correctly the throat height TH as shown in drawing 19, MR height MR-H, the apex angle type theta, and recording track width-of-face P2W.

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above compound-die thin film magnetic heads, in order to enable high density record, in the reproducing head, the formation of a ** truck and high playback output-ization are called for, and ** truck-ization is called for also in the recording head.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Moreover, in the recording head, since it corresponds to high-frequency-ization of recording information, improvement in a RF property is also called for. In order to improve the high frequency property of a recording head, it is known that it is good to shorten the magnetic-path length (Yoke Length) which is the die length from the edge by the side of the air bearing side of the magnetic path formed of a magnetic layer to the edge of the opposite side.

[0018] As one approach for shortening magnetic-path length, it is possible to make the pitch of the coil of a coil small. Here, while attaining 30-50 gigabits / (inch) two or more recording density, to [which will realize the thin film magnetic head in which good record actuation is possible in a high-frequency region 300-500MHz or more] carry out, it is necessary to set magnetic-path length to 20-10 micrometers or less. In order to realize such magnetic-path length, it is necessary to make the pitch of the coil of a coil into 2.0-1.0 micrometers or a value smaller than it, for example, 0.6 micrometers. When the pitch of the coil of a coil is 0.6 micrometers, spacing between 0.3 micrometers and the coil of a coil is set to 0.3 micrometers by the width of face of the coil of a coil.

[0019] By the way, the photoresist layer was conventionally used as an insulating layer which insulates between the coils of a coil. And the periphery edge of this photoresist layer had specified throat height.

[0020] However, since a photoresist layer has a fluidity at the time of the formation, roundish [wore] is formed [near / the / the periphery edge]. Therefore, the distance from a throat height zero location (the air bearing side of a magnetic pole part is the location of the edge of the opposite side) to the periphery edge of a coil became large conventionally, and it had become the big factor which prevents this from shortening magnetic-path length. This is explained in detail. Since magnetic-path length can do the two-layer coil short rather than the coil of one layer, it has adopted the two-layer coil in the recording head for many RFs. However, by the conventional thin film magnetic head, after forming the coil of the 1st layer, in order to insulate between the coils of a coil, the photoresist layer is formed by the thickness of about 2 micrometers so that the coil of the 1st layer may be covered. Near the periphery edge of a wrap photoresist layer, roundish [wore as mentioned above] is formed in this coil of the 1st layer. Next, although the coil of a two-layer eye is formed for the coil of the 1st layer on a wrap photoresist layer, since etching of the seed layer of a coil cannot be performed but a coil short-circuits in the part which wore the radius of circle near the periphery edge of a photoresist layer in that case, it is necessary to form the coil of a two-layer eye in a flat part.

[0021] If follow, for example, thickness of a coil is set to 2-3 micrometers, thickness of the photoresist layer which insulates between the coils of a coil is set to 2 micrometers and an apex angle type is made into 45 degrees - 55 degrees In addition to the die length of the part corresponding to a coil, as magnetic-path length, it is twice (3-4 micrometers also of distance from the contact section of an up magnetic pole layer and a lower magnetic pole layer to a coil inner circumference edge are also required.) with a distance of 3-4 micrometers which is the distance of a up to [from the periphery edge of a coil] near the throat height zero location. 6-8 micrometers is required. Die length other than the part corresponding to this coil had become the factor which bars contraction of magnetic-path length.

[0022] Here, the width of face of the coil of a coil considers the case where the 11-volume coil whose spacing between 1.5 micrometers and the coil of a coil is 0.5 micrometers is formed by two-layer. In this case, as shown in drawing 19, when it makes the 1st layer into six volumes and a two-layer eye is made into five volumes, the die length of the part corresponding to the coil 112 of the 1st layer is 11.5 micrometers among magnetic-path length. Die length of a total of six -8 micrometers is needed for magnetic-path length as a distance to the edge of the photoresist layer 113 for insulating the coil 112 of the 1st layer from the periphery edge and inner circumference edge of a coil 112 of the 1st layer.

Therefore, magnetic-path length is set to 17.5-19.5 micrometers. In addition, as the sign L0 showed magnetic-path length in drawing 19, the die length of the part except the magnetic pole part of the magnetic pole layers and a contact part expresses with this application. Thus, conventionally, contraction of magnetic-path length is difficult and this had barred the improvement of a RF property.

[0023] Moreover, when a photoresist layer is used as an insulating layer which insulates between the coils of a coil, there are also a trouble of being easy to transform a photoresist layer according to secular change, and a trouble that a photoresist layer expands with the heat generated around a coil while using

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the thin film magnetic head, and a magnetic pole part projects in a record-medium side.

[0024] Then, it is possible to use the insulating layer which consists of inorganic insulating materials [a resin system insulating material (organic insulating material) like a photoresist], such as an alumina, a silicon oxide, etc. harder than a resin system insulating material instead of, as an insulating layer which insulates between the coils of a coil.

[0025] however -- for example, in forming the insulating layer which consists of an inorganic insulating material in the space between the coils of a coil with which an aspect ratio serves as [width of face] near, and height is served as to 2.0 micrometers or less by 0.5-1.0 micrometers or more 1, an inorganic insulating material cannot fully enter between the coils of a coil, but there is a trouble of being easy to generate the opening called a void and a keyhole to an insulating layer. If such an opening occurs in an insulating layer, in many washing processes which use the liquid performed after formation of a coil before the thin film magnetic head is completed, a penetrant remover and moisture enter in an opening, and this will make a coil corrode and will reduce the dependability of the thin film magnetic head.

[0026] As shown in JP,7-311912,A, forming the insulating layer which insulates between the coils of a coil is also considered after formation of a coil there by applying the resist of the amount of extent with which the space between the coils of a coil is buried to the middle, and covering the space where it was left behind between the coils of a coil with an inorganic oxide. In this case, it becomes possible to prevent deformation of the insulating layer by secular change, and generating of the opening in an insulating layer.

[0027] However, since roundish [wore / near the periphery edge of the resist layer formed first / even in this case] is formed, contraction of magnetic-path length has the trouble of being difficult.

[0028] This invention was made in view of this trouble, and the purpose is to provide the insulating layer for insulating between the coils of a thin film coil with the thin film magnetic head which enabled it to prevent that an opening occurs, and its manufacture approach while enabling contraction of magnetic-path length.

[0029]

[Means for Solving the Problem] The 1st and 2nd magnetic layers which consist of at least one layer including the magnetic pole part which counters mutually the medium opposed face side which the thin film magnetic head of this invention is connected magnetically mutually, and counters a record medium, respectively, At least the gap layer prepared between the magnetic pole part of the 1st magnetic layer and the magnetic pole part of the 2nd magnetic layer and a part between the 1st and 2nd magnetic layers It has the thin film coil prepared in the condition of having insulated to the 1st and 2nd magnetic layers. One [at least] magnetic layer The 1st part arranged in the location which counters some thin film coils [at least], It connects with the field by the side of the thin film coil in the 1st part, and has the 2nd part which forms a magnetic pole part, and some thin film coils [at least] are arranged in the side of the 2nd part. The thin film magnetic head It has an insulating layer for insulating between the coils in some thin film coils [at least]. Furthermore, an insulating layer The layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, and serves as some [at least] substrates of a thin film coil at it is touched. The 1st insulator layer arranged so that a part of each space [at least] between the coils in some thin film coils [at least] and between the 2nd part and some thin film coils [at least] may be filled, It consists of an inorganic insulating material and has the 2nd insulator layer arranged so that the 1st insulator layer may be covered.

[0030] The 1st and 2nd magnetic layers which consist of at least one layer including the magnetic pole part which counters mutually the medium opposed face side which the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention is connected magnetically mutually, and counters a record medium, respectively, It is the approach of manufacturing the thin film magnetic head equipped with the gap layer prepared between the magnetic pole part of the 1st magnetic layer, and the magnetic pole part of the 2nd magnetic layer, and the thin film coil with which the part [at least] was prepared in the condition of having insulated to the 1st and 2nd magnetic layers between the 1st and 2nd magnetic layers.

[0031] The process in which the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention

THIS PAGE BLANK (USPTO)

forms the 1st magnetic layer, At least the process which forms a gap layer on the 1st magnetic layer, the process which forms the 2nd magnetic layer on a gap layer, and a part between the 1st and 2nd magnetic layers The process which forms one [at least] magnetic layer including the process which forms a thin film coil so that it may be arranged in the condition of having insulated to these 1st and 2nd magnetic layers The 1st part arranged in the location which counters some thin film coils [at least], The process which is connected to the field by the side of the thin film coil in the 1st part, forms the 2nd part which forms a magnetic pole part, and forms a thin film coil Some thin film coils [at least] are arranged to the side of the 2nd part. The manufacture approach of the thin film magnetic head Furthermore, the process which forms an insulating layer including the process which forms the insulating layer for insulating between the coils in some thin film coils [at least] In the 1st insulator layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, the layer used as some [at least] substrates of a thin film coil is touched. The process formed so that a part of each space [at least] between the coils in some thin film coils [at least] and between the 2nd part and some thin film coils [at least] may be filled, and the process which forms the 2nd insulator layer which consists of an inorganic insulating material so that the 1st insulator layer may be covered are included.

[0032] By the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention, since some thin film coils [at least] are arranged in the side of the 2nd part, it becomes possible to arrange some [at least] edges of a thin film coil near the edge of the 2nd part, and, thereby, contraction of magnetic-path length is attained. In this invention, moreover, the insulating layer for insulating between the coils in some thin film coils [at least] The layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, and serves as some [at least] substrates of a thin film coil at it is touched. It has the 1st insulator layer arranged so that a part of each space [at least] between the coils in some thin film coils [at least] and between the 2nd part and some thin film coils [at least] may be filled, and the 2nd insulator layer arranged so that it may consist of an inorganic insulating material and the 1st insulator layer may be covered. It is prevented that an opening occurs by this in the insulating layer which insulates between the coils of a thin film coil.

[0033] In the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention, you may make it the 1st insulator layer consist of an organic insulating material, and it is good also as spin-on glass film.

[0034] Moreover, in the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention, flattening of the field of the opposite side may be carried out to the 1st insulator layer in the 2nd insulator layer.

[0035] Moreover, in the thin film magnetic head or its manufacture approach of this invention, the 1st insulator layer may be formed so that some thin film coils [at least] may be covered, and it may be formed so that a part of each space may be filled.

[0036] Moreover, in the manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention, the process which forms the 1st insulator layer may include the process which forms the film which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation so that some thin film coils [at least] may be covered, and the process which removes with etchback the film located on [some / at least] a thin film coil.

[0037]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[the gestalt of the 1st operation] -- with reference to drawing 1 thru/or drawing 6 , the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention and its manufacture approach are explained first. In addition, in drawing 1 thru/or drawing 5 , (a) shows a cross section perpendicular to an air bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part.

[0038] By the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, first, as shown in drawing 1 , the insulating layer 2 which consists of an alumina (aluminum 2O3) is deposited by the thickness of about 5 micrometers on the substrate 1 which consists of ARUTIKKU (aluminum 2O3, TiC). Next, the lower shielding layer 3 for the reproducing heads which consists of a magnetic material, for example, a permalloy, is formed on an insulating layer 2 at the

THIS PAGE IS BLANK

thickness of about 3 micrometers. The lower shielding layer 3 uses for example, the photoresist film as a mask, and forms it alternatively on an insulating layer 2 by the galvanizing method. Next, although not illustrated, it grinds until it forms in the thickness of 4-5 micrometers the insulating layer which consists of an alumina, for example, the lower shielding layer 3 is exposed to the whole with CMP (chemical machinery polish), and flattening processing of the front face is carried out.

[0039] Next, the lower shielding gap film 4 as an insulator layer is formed on the lower shielding layer 3 at the thickness of about 20-40nm. Next, the MR component 5 for playback is formed on the lower shielding gap film 4 at the thickness of dozens of nm. The MR component 5 is formed by etching alternatively MR film formed by the spatter. In addition, the component using the magnetosensitive film in which magneto-resistive effects, such as the AMR component, a GMR component, or a TMR (tunnel magneto-resistive effect) component, are shown can be used for the MR component 5. Next, the electrode layer 6 of the pair electrically connected to the MR component 5 is formed on the lower shielding gap film 4 at the thickness of dozens of nm. Next, the up shielding gap film 7 as an insulator layer is formed on the lower shielding gap film 4 and the MR component 5 at the thickness of about 20-40nm, and the MR component 5 is laid underground in the shielding gap film 4 and 7. As an insulating material used for the shielding gap film 4 and 7, there are an alumina, aluminum nitride, diamond-like carbon (DLC), etc. moreover, the shielding gap film 4 and 7 -- a spatter -- you may form -- chemical vapor growth (CVD) -- you may form by law. In forming the shielding gap film 4 and 7 which consists of alumina film with a CVD method, as an ingredient, it uses trimethylaluminum (aluminum₃ (CH₃)) and H₂O. If a CVD method is used, it will become it is thin, and is precise and possible to form little shielding gap film 4 and 7 of a pinhole.

[0040] Next, on the up shielding gap film 7, it consists of a magnetic material and 1st partial 8a of the lower [an up shielding layer-cum-] magnetic pole layer (it is hereafter described as a lower magnetic pole layer.) 8 used to the both sides of the reproducing head and a recording head is alternatively formed by the thickness of about 1.0-2.0 micrometers. In addition, the lower magnetic pole layer 8 consists of this 1st partial 8a, and the 2nd partial 8b and 3rd partial 8c which are mentioned later. 1st partial 8a of the lower magnetic pole layer 8 is arranged in the location which counters some thin film coils [at least] mentioned later.

[0041] Next, as shown in drawing 2, the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c are formed on 1st partial 8a of the lower magnetic pole layer 8 at the thickness of about 1.5-2.0 micrometers. 2nd partial 8b is connected to the near (it sets to drawing and is the bottom) field in which the magnetic pole part of the lower magnetic pole layer 8 is formed in, and the thin film coil of 1st partial 8a is formed. 3rd partial 8c is a part for connecting 1st partial 8a and the up magnetic pole layer mentioned later. As for an up magnetic pole layer and the air bearing side 30 in the part which counters, the location of the edge of the opposite side specifies throat height among 2nd partial 8b. Moreover, as for an up magnetic pole layer and the air bearing side 30 in the part which counters, the location of the edge of the opposite side turns into a throat height zero location among 2nd partial 8b.

[0042] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is a high saturation-magnetic-flux-density ingredient, the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using ingredients, such as FeN, FeZrN, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient. In addition, CoFe, Co system amorphous material, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient may be used.

[0043] Next, the insulator layer 9 which consists of an alumina is formed in the whole at the thickness of about 0.3-0.6 micrometers.

[0044] Next, on the insulator layer 9 in the side of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, patterning of the photoresist is carried out according to a photolithography process, and the frame which is not illustrated for forming a thin film coil by the frame galvanizing method is formed. Next, the thin film coil 10 which consists of copper (Cu) is formed on an insulator layer 9 by the frame galvanizing method using this frame. For example, thickness of the thin film coil 10 is set to 0.8-1.5 micrometers, width of face of a coil is set to 0.5-1.0 micrometers, and spacing between coils is set to 0.5-1.0

THIS PAGE BLANK (USPTO)

micrometers. Next, a frame is removed. In addition, sign 10a shows among drawing the connection for connecting the thin film coil 10 with the conductive layer (lead) mentioned later.

[0045] Next, the insulator layer 9 which is a layer used as the substrate of the thin film coil 10 is touched in 1st insulator layer 11a which consists of an insulating material which has a fluidity, for example by the photolithography at the time of formation. It forms alternatively so that each space between 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and the thin film coil 10 and between 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8 and the thin film coil 10 may be filled between the coils in the thin film coil 10 and the thin film coil 10 may be covered. 1st insulator layer 11a is good also as spin-on glass (SOG) film which may form by organic insulating material like a photoresist (photopolymer), and consists of spreading glass.

[0046] Next, while making 1st insulator layer 11a enter each above-mentioned space enough, in order to carry out flattening of the top face of 1st insulator layer 11a, UV (ultraviolet rays) cure or annealing is given at the temperature of heat treatment, for example, 100-200-degreeC, to 1st insulator layer 11a.

[0047] Next, by sputtering, as shown in drawing 3, it consists of an inorganic insulating material and 2nd insulator layer 11b harder than 1st insulator layer 11a is formed in the thickness of about 3-4 micrometers so that 1st insulator layer 11a may be covered. There are an alumina, a silicon oxide, etc. as an inorganic insulating material for forming 2nd insulator layer 11b. Next, for example by CMP, insulator layer 11b is ground and flattening processing of the front face is carried out until the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c are exposed.

[0048] Thus, the insulating layer 11 for insulating between the coils in the thin film coil 10 by the 1st insulator layer 11a and 2nd insulator layer 11b is formed.

[0049] Next, as shown in drawing 4, the record gap layer 12 which consists of an insulating material is formed at the thickness of 0.15-0.20 micrometers on the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c which were exposed, and an insulating layer 11. Generally as an insulating material used for the record gap layer 12, there are an alumina, aluminium nitride, a silicon oxide system ingredient, a silicon nitride system ingredient, diamond-like carbon (DLC), etc. Moreover, the record gap layer 12 may be formed by the spatter, and may be formed with a CVD method. In forming the record gap layer 12 which consists of alumina film with a CVD method, as an ingredient, it uses trimethylaluminum (aluminum₃ (CH₃)) and H₂O. If a CVD method is used, it will become it is thin, and is precise and possible to form few record gap layers 12 of a pinhole.

[0050] Next, for magnetic-path formation, on 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8, the record gap layer 12 is etched partially and a contact hole is formed. Moreover, in the part on connection 10a of the thin film coil 10, the record gap layer 12 and an insulating layer 11 are etched partially, and a contact hole is formed.

[0051] Next, while applying to the part on 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8 from the air bearing side 30 and forming the up magnetic pole layer 13 on the record gap layer 12 at the thickness of about 2.0-3.0 micrometers, a conductive layer 21 is formed in the thickness of about 2.0-3.0 micrometers so that it may connect with connection 10a of the thin film coil 10. The up magnetic pole layer 13 is connected to 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8 through the contact hole formed in the part on 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8.

[0052] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is a high saturation-magnetic-flux-density ingredient, the up magnetic pole layer 13 may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using ingredients, such as FeN, FeZrN, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient. In addition, CoFe, Co system amorphous material, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient may be used. Moreover, it is good also as structure which laid the insulator layer of an inorganic system, and magnetic layers, such as a permalloy, on top of many layers for the up magnetic pole layer 13 because of an improvement of a RF property.

[0053] Next, as shown in drawing 5, the record gap layer 12 is alternatively etched by dry etching by using the up magnetic pole layer 13 as a mask. Reactive ion etching (RIE) which used gas, such as chlorine-based gas of BC_l₂ and Cl₂ grade and fluorine system gas of CF₄ and SF₆ grade, is used for the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

dry etching at this time. Next, for example by argon ion milling, 2nd about 0.3 micrometers partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 is etched alternatively, and it considers as trim structure as shown in drawing 5 (b). According to this trim structure, the increment in the effectual width of recording track by the breadth of the magnetic flux generated at the time of the writing of a ** truck can be prevented.

[0054] Next, the overcoat layer 17 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20-40 micrometers, flattening of the front face is carried out to the whole, and the pad for electrodes which is not illustrated is formed on it. Finally polish processing of the slider containing above-mentioned each class is performed, the air bearing side 30 of a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0055] With the gestalt of this operation, the lower magnetic pole layer 8 which consists of the 1st partial 8a, the 2nd partial 8b, and the 3rd partial 8c is equivalent to the 1st magnetic layer in this invention, and the up magnetic pole layer 13 is equivalent to the 2nd magnetic layer in this invention.

[0056] Drawing 6 is the explanatory view matching and showing the top view (drawing arranged in drawing 6 at the bottom) about a part for the principal part of the thin film magnetic head and sectional view (drawing arranged in drawing 6 at the bottom) concerning the gestalt of this operation. In addition, with the top view in drawing 6, the overcoat layer 17, other insulating layers, and an insulator layer are omitted. In drawing 6, Sign TH expresses throat height, TH0 expresses a throat height zero location, MR-H expresses MR height, and W expresses recording track width of face.

[0057] In the part which counters the up magnetic pole layer 13 among 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 with the gestalt of this operation, the edge of the opposite side is formed in the air bearing side 30 in the shape of [parallel to the air bearing side 30] a straight line. The edge of the opposite side is formed in the shape of [which was approximated to the configuration of the periphery of the thin film coil 10] radii in the air bearing side 30 in other parts of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8. As mentioned above, in the air bearing side 30 of the part which counters the up magnetic pole layer 13 among 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, since the edge of the opposite side was formed in the shape of [parallel to the air bearing side 30] a straight line, throat height and a throat height zero location are correctly controllable by the gestalt of this operation.

[0058] Moreover, with the gestalt of this operation, the up magnetic pole layer 13 prescribes width-of-recording-track W. As shown in drawing 6, the up magnetic pole layer 13 has the 1st partial 13A arranged sequentially from the air bearing side 30 side, the 2nd partial 13B, and 3rd partial 13C. The width of face of 1st partial 13A is equal to the recording track width of face W, the width of face of 2nd partial 13B is larger than the width of face of 1st partial 13A, and the width of face of 3rd partial 13C is larger than the width of face of 2nd partial 13B. Therefore the width of face of 3rd partial 13C approaches the air bearing side 30, it is becoming small gradually. Moreover, the width of face of 2nd partial 13B is also becoming small gradually as it approaches the air bearing side 30.

[0059] Moreover, in the up magnetic pole layer 13, the edge which connects the edge of the cross direction of 1st partial 13A and the edge of the cross direction of 2nd partial 13B is parallel to the air bearing side 30. Similarly, in the up magnetic pole layer 13, the edge which connects the edge of the cross direction of 2nd partial 13B and the edge of the cross direction of 3rd partial 13C is also parallel to the air bearing side 30.

[0060] In the up magnetic pole layer 13, the location of the boundary of 1st partial 13A and 2nd partial 13B is arranged near the MR height zero location (the air bearing side 30 of the MR component 5 is the location of the edge of the opposite side).

[0061] Moreover, in the up magnetic pole layer 13, the location (near location of the level difference part of 2nd partial 13B and 3rd partial 13C in drawing 6) of the boundary of 2nd partial 13B and 3rd partial 13C is arranged rather than the throat height zero location TH0 at the air bearing side 30 side (it sets to drawing 6 and is left-hand side).

[0062] As explained above, the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is equipped with the reproducing head and a recording head. The reproducing head has the lower shielding layer 3 and up shielding layer (lower magnetic pole layer 8) for shielding the MR component 5 and the MR component 5 arranged so that the part of the side which counters a record medium may counter on

THIS PAGE BLANK (USPTO)

both sides of the MR component 5.

[0063] The recording head of each other is connected magnetically and the magnetic pole part which counters mutually the side which counters a record medium is included. The lower magnetic pole layer 8 (the 1st partial 8a, partial 8b [2nd], and 3rd partial 8c) and the up magnetic pole layer 13 which consist of at least one layer, respectively, It has the record gap layer 12 prepared between the magnetic pole part of this lower magnetic pole layer 8, and the magnetic pole part of the up magnetic pole layer 13, and the thin film coil 10 with which the part [at least] was arranged in the condition of having insulated to these between the lower magnetic pole layer 8 and the up magnetic pole layer 13.

[0064] 1st partial 8a arranged with the gestalt of this operation in the location where the lower magnetic pole layer 8 counters some thin film coils [at least] 10, It connects with the field by the side of the thin film coil 10 in this 1st partial 8a (it sets to drawing and is the bottom), a magnetic pole part is formed, it has 2nd partial 8b which specifies throat height, and the thin film coil 10 is arranged in the side (it sets to drawing and is right-hand side) of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8.

[0065] With the gestalt of this operation, moreover, the insulating layer 11 for insulating between the coils in the thin film coil 10 The insulator layer 9 which is the layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, and serves as a substrate of the thin film coil 10 at it is touched. Between 2nd partial 8b of between the coils in the thin film coil 10, and the lower magnetic pole layer 8, and the thin film coils 10, And it is set to 1st insulator layer 11a arranged so that a part of each space [at least] between 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8 and the thin film coil 10 may be filled from an inorganic insulating material, and has 2nd insulator layer 11b arranged so that 1st insulator layer 11a may be covered. Moreover, flattening of the top face of 2nd insulator layer 11b is carried out with the top face of the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, and 3rd partial 8c.

[0066] With the gestalt of this operation, the thin film coil 10 is arranged to the side of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, and it forms on the flat insulator layer 9. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to form the thin film coil 10 with a sufficient precision minutely. Furthermore, according to the gestalt of this operation, the edge of the thin film coil 10 can be arranged an edge [the edge of the opposite side], i.e., a throat height zero location near, in the air bearing side 30 of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8.

[0067] It becomes possible to use efficiently for record the magnetomotive force which became reducible [magnetic-path length] about 30 to 40%, for example compared with the former, consequently was generated with the thin film coil 10 from these things according to the gestalt of this operation. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to offer the high frequency property of a recording head, a nonlinear transition shift (Non-linear Transition Shift;NLTS), and the thin film magnetic head that was excellent in the over-writing property.

[0068] Moreover, according to the gestalt of this operation, since it becomes reducible [magnetic-path length], the overall length of the thin film coil 10 can be shortened sharply, without changing a number of turns. Thereby, since resistance of the thin film coil 10 can be made small, it becomes possible to make small thickness of the part and the thin film coil 10.

[0069] Moreover, with the gestalt of this operation, the insulating layer 11 for insulating between the coils of the thin film coil 10 has 1st insulator layer 11a and 2nd insulator layer 11b. 1st insulator layer 11a touches the insulator layer 9 which is the layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, and serves as a substrate of the thin film coil 10 at it, and between the coils in the thin film coil 10, it is formed so that a part of each space [at least] between 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and the thin film coil 10 and between 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8 and the thin film coil 10 may be filled. 2nd insulator layer 11b consists of an inorganic insulating material, and it is formed so that 1st insulator layer 11a may be covered.

[0070] Therefore, according to the gestalt of this operation, since 1st insulator layer 11a enters enough in each above-mentioned space, it can prevent that an opening occurs in an insulating layer 11. Moreover, since according to the gestalt of this operation 2nd insulator layer 11b which consists of an inorganic insulating material was formed so that 1st insulator layer 11a might be covered, it can prevent that an

THIS PAGE BLANK (USPTO)

insulating layer 11 deforms according to secular change. According to the gestalt of this operation from these things, the dependability of the thin film magnetic head can be raised.

[0071] Moreover, since according to the gestalt of this operation 2nd insulator layer 11b which consists of an inorganic insulating material was formed so that 1st insulator layer 11a might be covered, it can prevent that a magnetic pole part projects in a record-medium side by expansion by the heat generated around the thin film coil 10 while using the thin film magnetic head. Therefore, according to the gestalt of this operation, it can become possible to surface a slider in the location near a record medium, and the property of the thin film magnetic head can be raised.

[0072] Moreover, with the gestalt of this operation, flattening of the top face of 2nd insulator layer 11b is carried out with the top face of the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, and 3rd partial 8c. Therefore, according to the gestalt of this operation, the up magnetic pole layer 13 which specifies recording track width of face can be formed on a flat field. Therefore, according to the gestalt of this operation, even if it makes recording track width of face small also in for example, a half micron dimension or a quarter micron dimension, the up magnetic pole layer 13 can be formed with a sufficient precision, and it becomes possible to control recording track width of face correctly.

[0073] With reference to [the gestalt of the 2nd operation] next drawing 7 thru/or drawing 10, the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention and its manufacture approach are explained. In addition, in drawing 7 thru/or drawing 10, (a) shows a cross section perpendicular to an air bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part.

[0074] The process which forms the thin film coil 10 by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is the same as the gestalt of the 1st operation.

[0075] By the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation Next, as shown in drawing 7, the insulator layer 9 which is a layer used as the substrate of the thin film coil 10 is touched in 1st insulator layer 11a which consists of an insulating material which has a fluidity by the photolithography at the time of formation. It forms alternatively so that each space between 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and the thin film coil 10 and between 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8 and the thin film coil 10 may be filled between the coils in the thin film coil 10 and the thin film coil 10 may be covered.

[0076] Next, while making 1st insulator layer 11a enter each above-mentioned space enough, in order to carry out flattening of the top face of 1st insulator layer 11a, UV cure or annealing is given at the temperature of heat treatment, for example, 100-200-degreeC, to 1st insulator layer 11a.

[0077] Next, as shown in drawing 8, the etchback by the anisotropic etching using the gas of CH₄ system or O₂ plasma removes 1st insulator layer 11a located on the thin film coil 10 at least. In addition, you may make it 1st insulator layer 11a behind etchback fill each above-mentioned whole space with the gestalt of this operation, and may make it fill a part of each above-mentioned space with it, as shown in drawing 8.

[0078] Next, as shown in drawing 9, 2nd insulator layer 11b which consists of an inorganic insulating material is formed in the thickness of about 3-4 micrometers so that 1st insulator layer 11a may be covered. Next, for example by CMP, insulator layer 11b is ground and flattening processing of the front face is carried out until the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c are exposed.

[0079] Thus, the insulating layer 11 for insulating between the coils in the thin film coil 10 by the 1st insulator layer 11a and 2nd insulator layer 11b is formed.

[0080] The subsequent process is the same as the gestalt of the 1st operation. Drawing 10 is the sectional view of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation.

[0081] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0082] With reference to [the gestalt of the 3rd operation] next drawing 11 thru/or drawing 15, the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention and its manufacture approach are explained. In addition, in drawing 11 thru/or drawing 14, (a) shows a cross section

THIS PAGE BLANK (USPTO)

perpendicular to an air bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the air bearing side of a magnetic pole part.

[0083] The process which forms an insulator layer 9 by the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is the same as the gestalt of the 1st operation.

[0084] By the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation next, as shown in drawing 11, the 1st layer part 31 of the thin film coil which consists of copper is formed with the same procedure as the case where the thin film coil 10 in the gestalt of the 1st operation is formed. For example, thickness of the 1st layer part 31 of a thin film coil is set to 0.8-1.5 micrometers, width of face of a coil is set to 0.5-1.0 micrometers, and spacing between coils is set to 0.5-1.0 micrometers. In addition, sign 31a shows among drawing the connection for connecting with the 2nd layer part which mentions the 1st layer part 31 of a thin film coil later.

[0085] Next, with the same procedure as the case where 1st insulator layer 11a in the gestalt of the 1st operation is formed, 1st insulator layer 11a and same insulator layer 32a are formed, and it heat-treats to insulator layer 32a.

[0086] Next, insulator layer 32b is ground and flattening processing of the front face is carried out until it forms 2nd insulator layer 11b and same insulator layer 32b and the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c are exposed with the same procedure as the case where 2nd insulator layer 11b in the gestalt of the 1st operation is formed, as shown in drawing 12.

[0087] Thus, the insulating layer 32 for insulating between the coils in the 1st layer part 31 of a thin film coil by insulator layer 32a and insulator layer 32b is formed.

[0088] Next, as shown in drawing 13, the record gap layer 12 which consists of an insulating material is formed at the thickness of 0.15-0.20 micrometers on the 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and 3rd partial 8c which were exposed, and an insulating layer 32.

[0089] Next, for magnetic-path formation, on 3rd layer 8c of the lower magnetic pole layer 8, the record gap layer 12 is etched partially and a contact hole is formed.

[0090] Next, while forming in the thickness of 2.0-3.0 micrometers magnetic pole partial layer 13a which forms the magnetic pole part of the up magnetic pole layer 13 on the record gap layer 12, magnetic layer 13b is formed in the location of the contact hole formed on 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8 at the thickness of 2.0-3.0 micrometers. In addition, the up magnetic pole layer 13 in the gestalt of this operation consists of magnetic pole partial layer 13a and magnetic layer 13b, and York partial layer 13c mentioned later. Magnetic layer 13b is a part for connecting York partial layer 13c and 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8.

[0091] Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is a high saturation-magnetic-flux-density ingredient, magnetic pole partial layer 13a and magnetic layer 13b of the up magnetic pole layer 13 may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using ingredients, such as FeN, FeZrN, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient. In addition, CoFe, Co system amorphous material, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient may be used.

[0092] Next, the record gap layer 12 is alternatively etched by dry etching by using magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13 as a mask. Reactive ion etching (RIE) which used gas, such as chlorine-based gas of BC12 and Cl2 grade and fluorine system gas of CF4 and SF6 grade, is used for the dry etching at this time. Next, for example by argon ion milling, 2nd about 0.3 micrometers partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 is etched alternatively, and it considers as trim structure as shown in drawing 13 (b).

[0093] Next, in the part on connection 31a of the 1st layer part 31 of a thin film coil, the record gap layer 12 and an insulating layer 32 are etched, and a contact hole is formed.

[0094] Next, the 2nd layer part 34 of the thin film coil which consists of copper is formed by the frame galvanizing method on the record gap layer 12 in the side of magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13. For example, thickness of the 2nd layer part 34 of a thin film coil is set to 0.8-1.5 micrometers, width of face of a coil is set to 0.5-1.0 micrometers, and spacing between coils is set to 0.5-1.0 micrometers. In addition, sign 34a shows the connection for connecting the 2nd layer part 34 of

THIS PAGE IS BLANK (USPTO)

a thin film coil to the 1st layer part 31 among drawing.

[0095] Next, the record gap layer 12 which is a layer used as the substrate of the 2nd layer part 34 of a thin film coil is touched in insulator layer 35a which consists of an insulating material which has a fluidity, for example by the photolithography at the time of formation. It forms alternatively so that each space between magnetic pole partial layer 13a and the 2nd layer part 34 and between magnetic layer 13b and the 2nd layer part 34 may be filled between the coils in the 2nd layer part 34 and the 2nd layer part 34 may be covered. Insulator layer 35a may be formed by organic insulating material like a photoresist, and is good also as spin-on glass film.

[0096] Next, while making insulator layer 35a enter each above-mentioned space enough, in order to carry out flattening of the top face of insulator layer 35a, UV (ultraviolet rays) cure or annealing is given at the temperature of heat treatment, for example, 100-200-degreeC, to insulator layer 35a.

[0097] Next, as shown in drawing 14, insulator layer 35b which consists of an inorganic insulating material is formed in the thickness of about 3-4 micrometers so that insulator layer 35a may be covered. There are an alumina, a silicon oxide, etc. as an inorganic insulating material for forming insulator layer 35b. Next, for example by CMP, insulator layer 35b is ground and flattening processing of the front face is carried out until magnetic pole partial layer 13a and magnetic layer 13b of the up magnetic pole layer 13 are exposed.

[0098] Thus, the insulating layer 35 for insulating between the coils in the 2nd layer part 34 of a thin film coil by insulator layer 35a and insulator layer 35b is formed.

[0099] Next, York partial layer 13c which forms the York part of the up magnetic pole layer which consists of a magnetic material for recording heads is formed at the thickness of 2.0-3.0 micrometers magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13 and magnetic layer 13b by which flattening was carried out, and on an insulating layer 35. Through magnetic layer 13b, this York partial layer 13c contacted 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8, and is connected magnetically. Using NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight), NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is a high saturation-magnetic-flux-density ingredient, York partial layer 13c of the up magnetic pole layer 13 may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using ingredients, such as FeN, FeZrN, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient. In addition, CoFe, Co system amorphous material, etc. which are a high saturation-magnetic-flux-density ingredient may be used. Moreover, it is good also as structure which laid the insulator layer of an inorganic system, and magnetic layers, such as a permalloy, on top of many layers for York partial layer 13c of the up magnetic pole layer 13 because of an improvement of a RF property.

[0100] With the gestalt of this operation, the end face by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 13c of the up magnetic pole layer 13 is arranged in the location (it sets to drawing 14 (a) and is right-hand side) distant from the air bearing side 30.

[0101] Next, the overcoat layer 37 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20-40 micrometers, flattening of the front face is carried out to the whole, and the pad for electrodes which is not illustrated is formed on it. Finally, polish processing of a slider is performed, the air bearing side 30 of a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0102] With the gestalt of this operation, the up magnetic pole layer 13 which consists of magnetic pole partial layer 13a, magnetic layer 13b, and York partial layer 13c is equivalent to the 2nd magnetic layer in this invention. Moreover, magnetic pole partial layer 13a corresponds to the 2nd part of the magnetic layer in this invention, and York partial layer 13c corresponds to the 1st part of the magnetic layer in this invention.

[0103] Drawing 15 is the explanatory view matching and showing the top view (drawing arranged in drawing 15 at the bottom) about a part for the principal part of the thin film magnetic head and sectional view (drawing arranged in drawing 15 at the bottom) concerning the gestalt of this operation. In addition, with the top view in drawing 15, the overcoat layer 37, other insulating layers, and an insulator layer are omitted. In drawing 15, Sign TH expresses throat height, TH0 expresses a throat height zero location, MR-H expresses MR height, and W expresses recording track width of face.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0104] As shown in this drawing, magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13 contains the 1st part 13a1 arranged at the air bearing side 30 side, and the 2nd part 13a2 arranged in the location which was connected with this 1st part 13a1, and is distant from the air bearing side 30. The width of face of the 1st part 13a1 is equal to the recording track width of face W, and the width of face of the 2nd part 13a2 is larger than the width of face of the 1st part 13a1. Moreover, the location (location of the level difference part of the 1st part 13a1 and the 2nd part 13a2) of the boundary of the 1st part 13a1 and the 2nd part 13a2 is arranged near the throat height zero location TH0.

[0105] In the part which laps with magnetic pole partial layer 13a, the width of face of York partial layer 13c of the up magnetic pole layer 13 has fixed magnitude, after changing so that it may become so large [it is almost equal to width of face with magnetic pole partial layer 13a and / the air bearing side 30] that it goes to the opposite side.

[0106] As explained above, with the gestalt of this operation, the 1st layer part 31 of a thin film coil is arranged to the side of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, and it forms on the flat insulator layer 9. Furthermore, with the gestalt of this operation, carry out flattening of the top face of the insulating layer 32 for insulating between the coils of the 1st layer part 31 of a thin film coil with the top face of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, and the record gap layer 12 is minded on the field by which flattening was carried out. Magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13 and the 2nd layer part 34 of a thin film coil were formed, and the 2nd layer part 34 of a thin film coil is arranged to the side of magnetic pole partial layer 13a. Therefore, while becoming possible to both form minutely the 1st layer part 31 and the 2nd layer part 34 of a thin film coil with a sufficient precision according to the gestalt of this operation The edge of the 1st layer part 31 of a thin film coil can be arranged near the edge of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, and the edge of the 2nd layer part 34 of a thin film coil can be arranged near the edge of magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13. Therefore, according to the gestalt of this operation, compared with the part which made the thin film coil two-layer, and the gestalt of the 1st operation, it becomes more reducible [magnetic-path length].

[0107] Moreover, with the gestalt of this operation, the insulating layer 32 for insulating between the coils of the 1st layer part 31 of a thin film coil has insulator layer 32a and insulator layer 32b. Insulator layer 32a touches the insulator layer 9 which is the layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, and serves as a substrate of the 1st layer part 31 at it. Between the coils in the 1st layer part 31, it is formed so that a part of each space [at least] between 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8 and the 1st layer part 31 and between 3rd partial 8c of the lower magnetic pole layer 8 and the 1st layer part 31 may be filled. Insulator layer 32b consists of an inorganic insulating material, and it is formed so that insulator layer 32a may be covered.

[0108] Moreover, with the gestalt of this operation, the insulating layer 35 for insulating between the coils of the 2nd layer part 34 of a thin film coil has insulator layer 35a and insulator layer 35b. Insulator layer 35a touches the record gap layer 12 which is a layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, and serves as a substrate of the 2nd layer part 34 at it. Between the coils in the 2nd layer part 34, it is formed so that a part of each space [at least] between magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13 and the 2nd layer part 34 and between magnetic layer 13b of the up magnetic pole layer 13 and the 2nd layer part 34 may be filled. Insulator layer 35b consists of an inorganic insulating material, and it is formed so that insulator layer 35a may be covered.

[0109] Therefore, since it can prevent that insulating layers 32 and 35 deform according to secular change while being able to prevent that an opening occurs in insulating layers 32 and 35 like the gestalt of the 1st operation according to the gestalt of this operation, the dependability of the thin film magnetic head can be raised. According to the gestalt of this operation, like the gestalt of the 1st operation moreover, while using the thin film magnetic head Since it can prevent that a magnetic pole part projects in a record-medium side by expansion by the heat generated around the 1st layer part 31 of a thin film coil, and the 2nd layer part 34 It can become possible to surface a slider in the location near a record medium, and the property of the thin film magnetic head can be raised.

[0110] Moreover, according to the gestalt of this operation, the 1st layer part 31 of a thin film coil is

THIS PAGE BLANK (USPTO)

arranged to the side of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8. Since flattening of the top face of the insulating layer 32 for insulating between the coils of the 1st layer part 31 was carried out with the top face of 2nd partial 8b of the lower magnetic pole layer 8, magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13 which specifies recording track width of face can be formed on a flat field.

Therefore, according to the gestalt of this operation, even if it makes recording track width of face small also in for example, a half micron dimension or a quarter micron dimension, magnetic pole partial layer 13a can be formed with a sufficient precision, and contraction of recording track width of face is attained.

[0111] Moreover, according to the gestalt of this operation, the 2nd layer part 34 of a thin film coil is arranged to the side of magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13. Since flattening of the top face of the insulating layer 35 for insulating between the coils of the 2nd layer part 34 was carried out with the top face of magnetic pole partial layer 13a of the up magnetic pole layer 13, York partial layer 13c of the up magnetic pole layer 13 can also be formed on a flat field. Therefore, according to the gestalt of this operation, formation also of York partial layer 13c is attained minutely, consequently it becomes possible to prevent generating of the so-called side light which writes data also in fields other than the field which should be essentially recorded to a record medium.

[0112] Moreover, with the gestalt of this operation, the end face by the side of the air bearing side 30 of York partial layer 13c of the up magnetic pole layer 13 is arranged in the location distant from the air bearing side 30. Therefore, according to the gestalt of this operation, when throat height is small, York partial layer 13c of the up magnetic pole layer 13 cannot be exposed to the air bearing side 30, consequently generating of the so-called side light can be prevented.

[0113] In addition, the insulating layers 32 and 35 in the gestalt of this operation may be formed with the same procedure as the insulating layer 11 in the gestalt of the 2nd operation. The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0114] This invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned implementation, but various modification is possible for it. For example, although the gestalt of each above-mentioned implementation explained the thin film magnetic head of the structure which read to the base side, formed MR component of business, and carried out the laminating of the induction type MAG sensing element for writing on it, it is good even if reverse in this built-up sequence.

[0115] That is, it may write in a base side, the induction type MAG sensing element of business may be formed, and MR component for reading may be formed on it. Such structure is realizable by forming in a base side by using as a lower magnetic pole layer the magnetic film which has the function of the up magnetic pole layer shown in the gestalt of the above-mentioned implementation for example, and forming the magnetic film which has the function of the lower magnetic pole layer it was indicated to the gestalt of the above-mentioned implementation that countered it as an up magnetic pole layer through the record gap film. In this case, it is desirable to make the up magnetic pole layer of an induction type MAG sensing element and the lower shielding layer of MR component make it serve a double purpose.

[0116] Moreover, this invention is applicable also to the thin film magnetic head only for the records equipped only with the induction type MAG sensing element, and the thin film magnetic head which performs record and playback by the induction type MAG sensing element.

[0117] [Effect of the Invention] As explained above, according to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 1 to 6 or the thin film magnetic head according to claim 7 to 13 The 1st part arranged in the location where one [at least] magnetic layer counters some thin film coils [at least], Since it connects with the field by the side of the thin film coil in the 1st part, it has the 2nd part which forms a magnetic pole part and some thin film coils [at least] were arranged in the side of the 2nd part It becomes possible to arrange some [at least] edges of a thin film coil near the edge of the 2nd part, and this does so the effectiveness that contraction of magnetic-path length is attained. According to this invention, moreover, the insulating layer for insulating between the coils in some thin film coils [at

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[least] The layer which consists of an insulating material which has a fluidity at the time of formation, and serves as some [at least] substrates of a thin film coil at it is touched. The 1st insulator layer arranged so that a part of each space [at least] between the coils in some thin film coils [at least] and between the 2nd part and some thin film coils [at least] may be filled, It consists of an inorganic insulating material, and since it has the 2nd insulator layer arranged so that the 1st insulator layer may be covered, the effectiveness that it can prevent that an opening occurs in the insulating layer which insulates between the coils of a thin film coil is done so.

[0118] Moreover, according to the manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 4 or the thin film magnetic head according to claim 10, since flattening of the field of the opposite side was carried out to the 1st insulator layer in the 2nd insulator layer, the effectiveness that the layer formed on the 2nd insulator layer can be further formed with a sufficient precision is done so.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is a sectional view for explaining one process in the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 2] It is a sectional view for explaining the process following drawing 1 .
- [Drawing 3] It is a sectional view for explaining the process following drawing 2 .
- [Drawing 4] It is a sectional view for explaining the process following drawing 3 .
- [Drawing 5] It is a sectional view for explaining the process following drawing 4 .
- [Drawing 6] It is the explanatory view matching and showing the top view about a part for the principal part of the thin film magnetic head and sectional view concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.
- [Drawing 7] It is a sectional view for explaining one process in the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.
- [Drawing 8] It is a sectional view for explaining the process following drawing 7 .
- [Drawing 9] It is a sectional view for explaining the process following drawing 8 .
- [Drawing 10] It is a sectional view for explaining the process following drawing 9 .
- [Drawing 11] It is a sectional view for explaining one process in the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.
- [Drawing 12] It is a sectional view for explaining the process following drawing 11 .
- [Drawing 13] It is a sectional view for explaining the process following drawing 12 .
- [Drawing 14] It is a sectional view for explaining the process following drawing 13 .
- [Drawing 15] It is the explanatory view matching and showing the top view about a part for the principal part of the thin film magnetic head and sectional view concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.
- [Drawing 16] It is a sectional view for explaining one process in the manufacture approach of the conventional thin film magnetic head.
- [Drawing 17] It is a sectional view for explaining the process following drawing 16 .
- [Drawing 18] It is a sectional view for explaining the process following drawing 17 .
- [Drawing 19] It is a sectional view for explaining the process following drawing 18 .
- [Drawing 20] It is the top view of the conventional magnetic head.
- [Description of Notations]
- 1 [-- MR component, 8 / -- Lower magnetic pole layer,] -- A substrate, 2 -- An insulating layer, 3 -- A lower shielding layer, 5 8a [-- A thin film coil, 11 / -- An insulating layer, 11a / -- The 1st insulator layer, 11b / -- The 2nd insulator layer, 12 / -- A record gap layer, 13 / -- An up magnetic pole layer, 17 / -- Overcoat layer.] -- The 1st part of a lower magnetic pole layer, 8b -- The 2nd part of a lower magnetic pole layer, 8c -- The 3rd part of a lower magnetic pole layer, 10

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

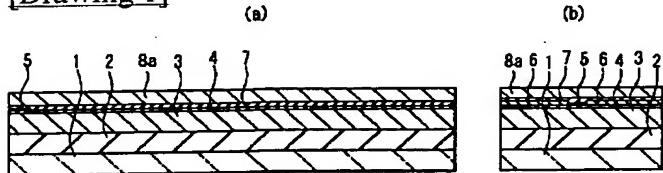
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

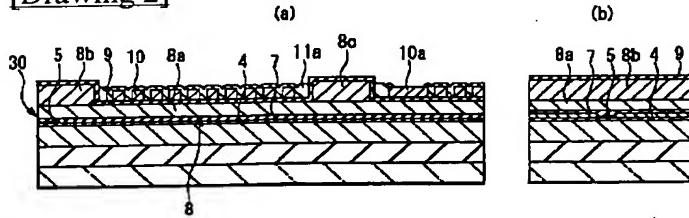
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

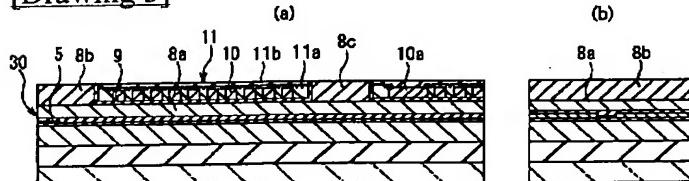
[Drawing 1]



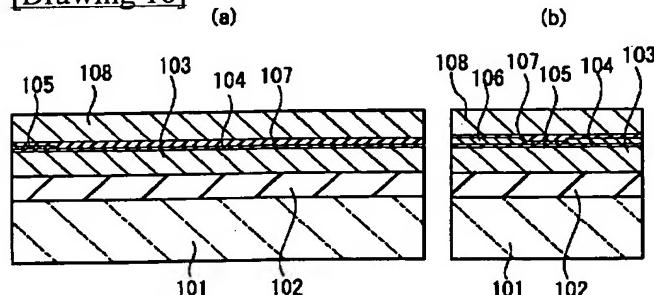
[Drawing 2]



[Drawing 3]

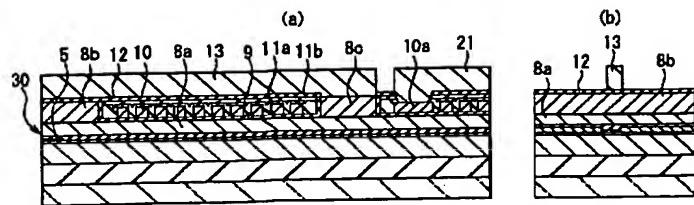


[Drawing 16]

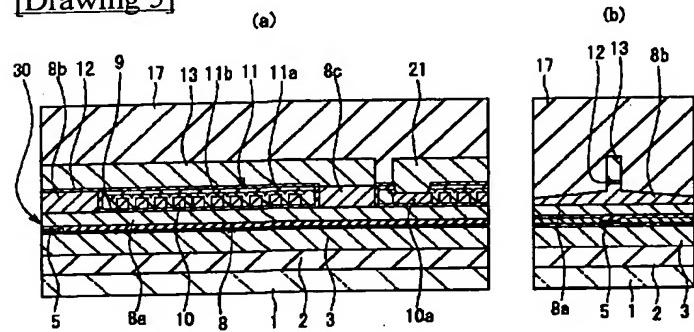


[Drawing 4]

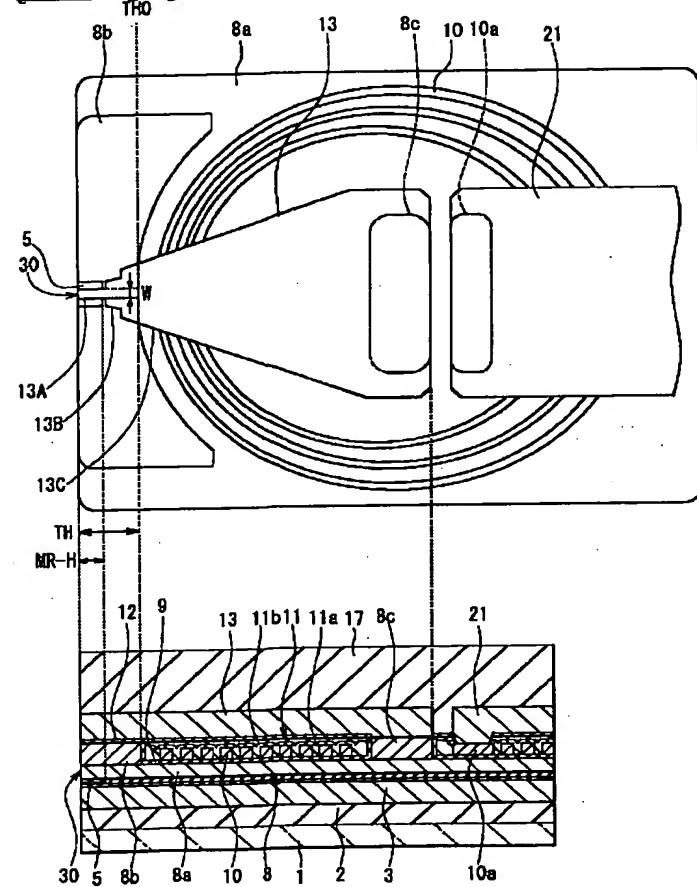
THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Drawing 5]

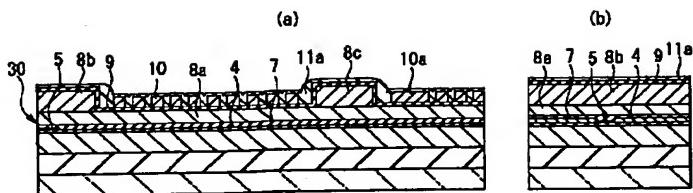


[Drawing 6]

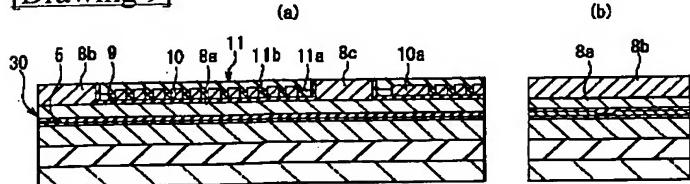


[Drawing 7]

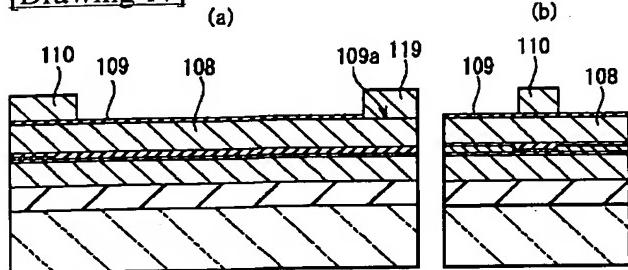
THIS PAGE IS BLANK (ISPTO)



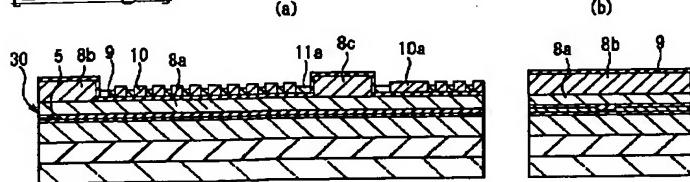
[Drawing 9]



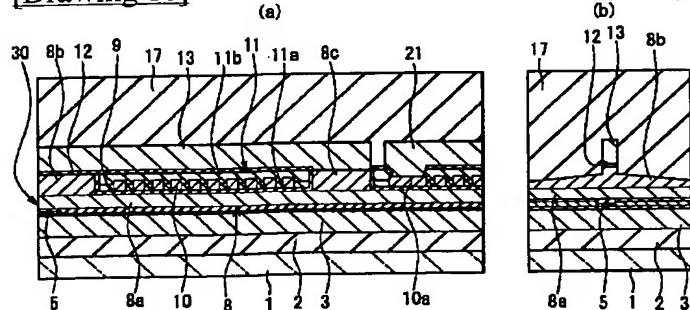
[Drawing 17]



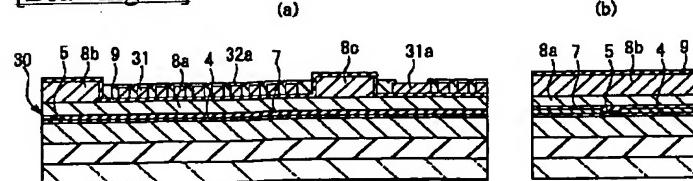
[Drawing 8]



[Drawing 10]

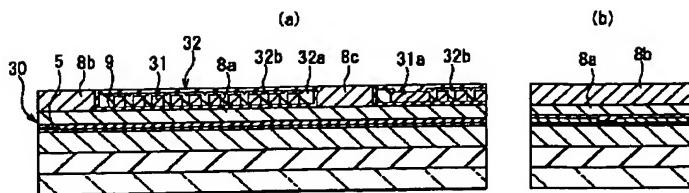


[Drawing 11]

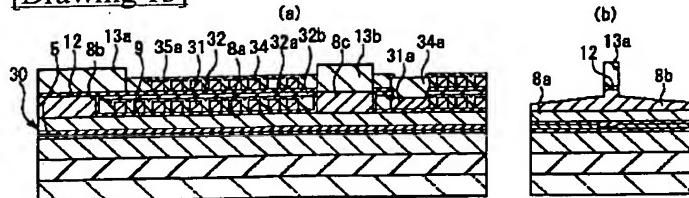


[Drawing 12]

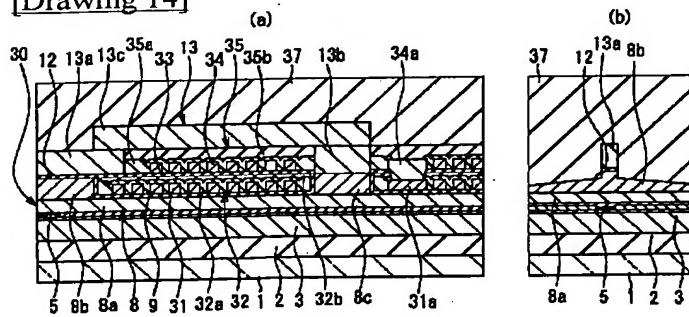
THIS PAGE BLANK (USPTO)



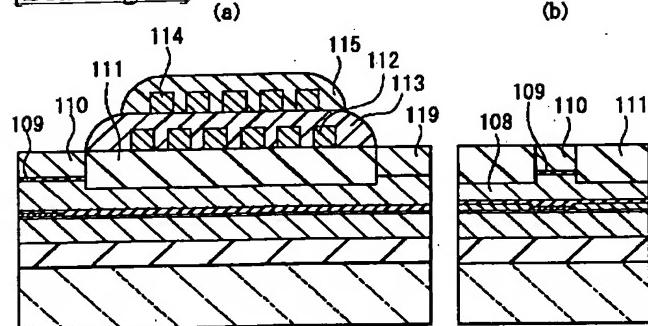
[Drawing 13]



[Drawing 14]

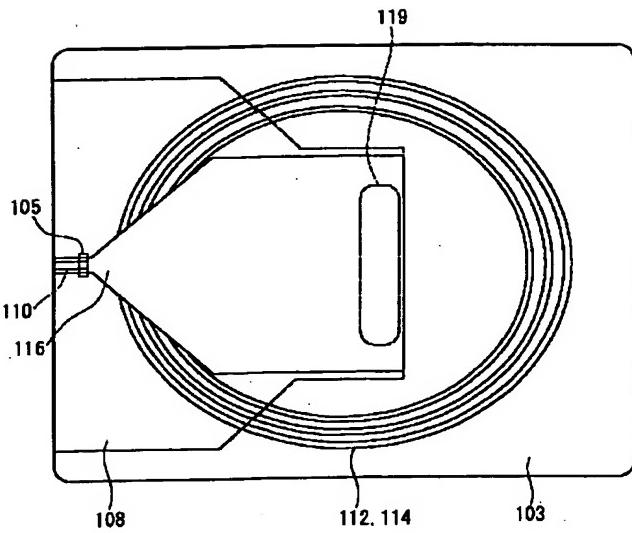


[Drawing 18]

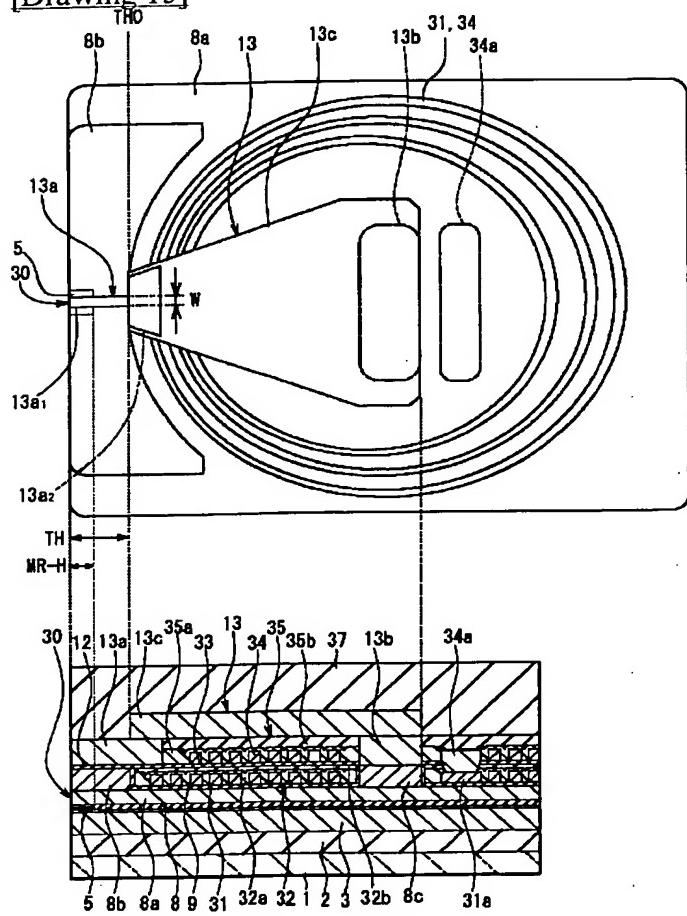


[Drawing 20]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

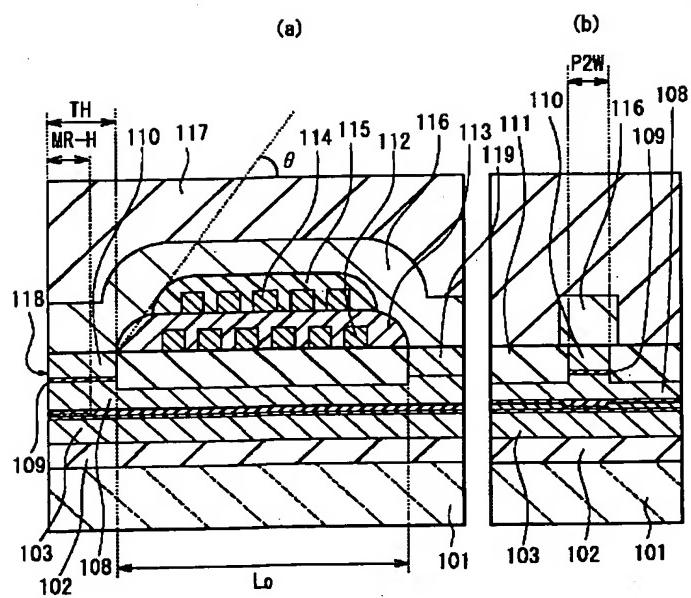


[Drawing 15]



[Drawing 19]

THIS PAGE IS BLANK (USPTO)



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-60307

(P 2001-60307 A)

(43)公開日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(51)Int. C1.7

識別記号

G 1 1 B 5/31

F I

G 1 1 B 5/31

テーマコード(参考)

F 5D033

C

審査請求

有

請求項の数 13

O L

(全 16 頁)

(21)出願番号 特願平11-236269

(22)出願日 平成11年8月24日(1999.8.24)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 佐々木 芳高

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー
ディーケイ株式会社内

(72)発明者 飯島 淳

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー
ディーケイ株式会社内

(74)代理人 100107559

弁理士 星宮 勝美

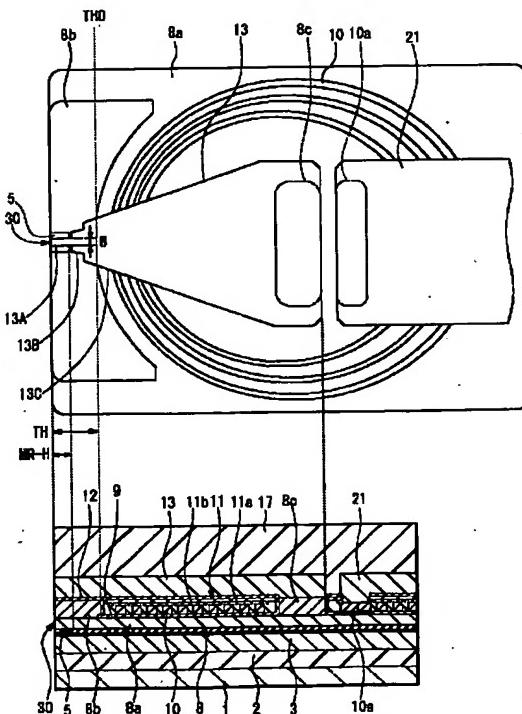
F ターム(参考) 5D033 BA08 BA41 CA04 DA03 DA04
DA31

(54)【発明の名称】薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 磁路長の縮小を可能にすると共に、薄膜コイルの巻線間を絶縁するための絶縁層に空隙が発生することを防止する。

【解決手段】 記録ヘッドは、下部磁極層8と、上部磁極層13と、磁極層8, 13の各磁極部分の間に設けられた記録ギャップ層12と、磁極層8, 13の間に配設された薄膜コイル10を有している。下部磁極層8は、薄膜コイル10に対向するように配置された第1の部分8aと、第1の部分8aにおける薄膜コイル10側の面に接続され、磁極部分を形成する第2の部分8bとを有し、薄膜コイル10は第2の部分8bの側方に配置されている。薄膜コイル10の巻線間を絶縁する絶縁層11は、例えはフォトレジストよりなり、絶縁膜9に接して巻線間を埋めるように配置された第1の絶縁膜11aと、無機絶縁材料よりなり、第1の絶縁膜11aを覆うように配置された第2の絶縁膜11bを有している。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに磁気的に連結され、記録媒体に対する媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それれ少なくとも1つの層からなる第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドであつて、少なくとも一方の磁性層は、前記薄膜コイルの少なくとも一部に対向する位置に配置される第1の部分と、前記第1の部分における前記薄膜コイル側の面に接続され、磁極部分を形成する第2の部分とを有し、前記薄膜コイルの少なくとも一部は前記第2の部分の側方に配置され、薄膜磁気ヘッドは、更に、前記薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間を絶縁するための絶縁層を備え、前記絶縁層は、形成時に流動性を有する絶縁材料よりも、前記薄膜コイルの少なくとも一部の下地となる層に接して、前記薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間および前記第2の部分と前記薄膜コイルの少なくとも一部との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように配置された第1の絶縁膜と、無機絶縁材料よりも、前記第1の絶縁膜を覆うように配置された第2の絶縁膜とを有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記第1の絶縁膜は有機絶縁材料よりもことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記第1の絶縁膜はスピンドルガラス膜であることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記第2の絶縁膜における前記第1の絶縁膜とは反対側の面は平坦化されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記第1の絶縁膜は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を覆うように配置されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記第1の絶縁膜は、前記各空間の一部を埋めるように配置されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 互いに磁気的に連結され、記録媒体に対する媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それれ少なくとも1つの層からなる第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状

態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であつて、

前記第1の磁性層を形成する工程と、

前記第1の磁性層の上に前記ギャップ層を形成する工程と、

前記ギャップ層の上に前記第2の磁性層を形成する工程と、

少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、前記薄膜コイルを形成する工程とを含み、

少なくとも一方の磁性層を形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部に対向する位置に配置される第1の部分と、前記第1の部分における前記薄膜コイル側の面に接続され、磁極部分を形成する第2の部分とを形成し、

前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を前記第2の部分の側方に配置し、

薄膜磁気ヘッドの製造方法は、更に、前記薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間を絶縁するための絶縁層を形成する工程を含み、

前記絶縁層を形成する工程は、形成時に流動性を有する絶縁材料よりも、前記薄膜コイルの少なくとも一部の下地となる層に接して、前記薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間および前記第2の部分と前記薄膜コイルの少なくとも一部との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように形成する工程と、無機絶縁材料よりも、前記第1の絶縁膜を覆うように形成する工程とを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 前記第1の絶縁膜は有機絶縁材料よりもことを特徴とする請求項7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】 前記第1の絶縁膜はスピンドルガラス膜であることを特徴とする請求項7記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】 更に、前記第2の絶縁膜における前記第1の絶縁膜とは反対側の面を平坦化する工程を含むことを特徴とする請求項7ないし9のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 前記第1の絶縁膜を形成する工程は、前記薄膜コイルの少なくとも一部を覆うように第1の絶縁膜を形成することを特徴とする請求項7ないし10のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 前記第1の絶縁膜を形成する工程は、前記各空間の一部を埋めるように第1の絶縁膜を形成することを特徴とする請求項7ないし10のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 前記第1の絶縁膜を形成する工程は、形成時に流動性を有する絶縁材料よりも、前記薄膜

50

コイルの少なくとも一部を覆うように形成する工程と、エッチングによって、前記薄膜コイルの少なくとも一部の上に位置する前記膜を除去する工程とを含むことを特徴とする請求項7ないし10のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR（Magnetoresistive）とも記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】ところで、記録ヘッドの性能のうち、記録密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。このためには、記録ギャップ層を挟んでその上下に形成された下部磁極および上部磁極のエアベアリング面（媒体対向面）での幅、すなわちトラック幅を数ミクロンからサブミクロン寸法まで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要があり、これを達成するために半導体加工技術が利用されている。

【0004】ここで、図16ないし図19を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。なお、図16ないし図19において、（a）はエアベアリング面に垂直な断面を示し、（b）は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0005】この製造方法では、まず、図16に示したように、例えばアルティック（Al₂O₃・TiC）よりなる基板101の上に、例えばアルミナ（Al₂O₃）よりなる絶縁層102を、約5～10μm程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層103を形成する。

【0006】次に、下部シールド層103の上に、例えばアルミナを100～200nmの厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜104を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、再生用のMR素子105を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、MR素子105に電気的に接続される一対の電極層106を形成する。

【0007】次に、下部シールドギャップ膜104およびMR素子105の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜107を形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104、107内に埋設する。

【0008】次に、上部シールドギャップ膜107の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）108を、約3μmの厚みに形成する。

【0009】次に、図17に示したように、下部磁極層108の上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層109を0.2μmの厚みに形成する。次に、磁路形成のために、記録ギャップ層109を部分的にエッチングして、コンタクトホール109aを形成する。次に、磁極部分における記録ギャップ層109の上に、記録ヘッド用の磁性材料よりなる上部磁極チップ110を、0.5～1.0μmの厚みに形成する。このとき同時に、磁路形成のためのコンタクトホール109aの上に、磁路形成のための磁性材料からなる磁性層119を形成する。

【0010】次に、図18に示したように、上部磁極チップ110をマスクとして、イオンミーリングによって、記録ギャップ層109と下部磁極層108をエッチングする。図18（b）に示したように、上部磁極部分（上部磁極チップ110）、記録ギャップ層109および下部磁極層108の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム（Trim）構造と呼ばれる。

【0011】次に、全面に、例えばアルミナ膜よりなる絶縁層111を、約3μmの厚みに形成する。次に、この絶縁層111を、上部磁極チップ110および磁性層119の表面に至るまで研磨して平坦化する。

【0012】次に、平坦化された絶縁層111の上に、例えば銅（Cu）よりなる誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を形成する。次に、絶縁層111およびコイル112の上に、フォトレジスト層113を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層113の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。次に、フォトレジスト層113の上に、第2層目の薄膜コイル114を形成する。次に、フォトレジスト層113およびコイル114上に、フォトレジスト層115を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層115の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。

【0013】次に、図19に示したように、上部磁極チップ110、フォトレジスト層113、115および磁性層119の上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えばバーマロイよりなる上部磁極層116を形成する。次に、上部磁極層116の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層117を形成する。最後に、上記各層を含むスライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面118を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0014】図20は、図19に示した薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、この図では、オーバーコート層

1.1.7や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。

【0015】図19において、THは、スロートハイトを表し、MR-Hは、MRハイトを表している。なお、スロートハイトとは、2つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分すなわち磁極部分の、エアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいう。また、MRハイトとは、MR素子のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいう。また、図19において、P2Wは、磁極幅すなわち記録ヘッドのトラック幅（以下、記録トラック幅という。）を表している。薄膜磁気ヘッドの性能を決定する要因として、スロートハイトやMRハイト等の他に、図19においてθで示したようなエイペックスアンダル（Apex Angle）がある。このエイペックスアンダルは、コイル112, 114がフォトレジスト層113, 115で覆われて形成される山状に盛り上がった部分における磁極側の側面の角部を結ぶ直線と絶縁層111の上面とのなす角度をいう。

【0016】薄膜磁気ヘッドの性能を向上させるには、図19に示したようなスロートハイトTH、MRハイトMR-H、エイペックスアンダルθおよび記録トラック幅P2Wを正確に形成することが重要である。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】上述のような複合型薄膜磁気ヘッドでは、高密度記録を可能するために、再生ヘッドにおいては狭トラック化と高再生出力化が求められ、記録ヘッドにおいても狭トラック化が求められている。また、記録ヘッドにおいては、記録情報の高周波数化に対応するために、高周波特性の向上も求められている。記録ヘッドの高周波特性を向上するためには、磁性層によって形成される磁路のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さである磁路長（Yoke Length）を短くするとよいことが知られている。

【0018】磁路長を短くするための一つの方法としては、コイルの巻線のピッチを小さくすることが考えられる。ここで、30～50ギガビット／（インチ）²以上の記録密度を達成すると共に、300～500MHz以上の高周波数域において良好な記録動作が可能な薄膜磁気ヘッドを実現しようする場合には、磁路長を例えば20～10μm以下とする必要がある。このような磁路長を実現するには、コイルの巻線のピッチは、2.0～1.0μm、あるいはそれよりも小さい値、例えば0.6μmとする必要がある。コイルの巻線のピッチが0.6μmの場合には、例えば、コイルの巻線の幅が0.3μm、コイルの巻線間の間隔が0.3μmとなる。

【0019】ところで、従来は、コイルの巻線間を絶縁する絶縁層としてフォトレジスト層が用いられていた。そして、このフォトレジスト層の外周端がスロートハイトを規定していた。

【0020】ところが、フォトレジスト層は、その形成時に流動性を有するため、その外周端近傍において、丸みを帯びた部分が形成される。そのため、従来は、スロートハイトゼロ位置（磁極部分のエアベアリング面とは反対側の端部の位置）からコイルの外周端までの距離が大きくなり、これが、磁路長を短くすることを妨げる大きな要因となっていた。このことを詳しく説明する。磁路長は、1層のコイルよりは2層のコイルの方が短くできることから、多くの高周波用の記録ヘッドでは2層コイルを採用している。しかしながら、従来の薄膜磁気ヘッドでは、1層目のコイルを形成した後、コイルの巻線間を絶縁するために、1層目のコイルを覆うようにフォトレジスト層を約2μmの厚みで形成している。この1層目のコイルを覆うフォトレジスト層の外周端近傍には、前述のように丸みを帯びた部分が形成される。次に、1層目のコイルを覆うフォトレジスト層の上に2層目のコイルを形成するが、その際に、フォトレジスト層の外周端近傍の丸みを帯びた部分では、コイルのシード層のエッチングができず、コイルがショートするため、2層目のコイルは平坦部に形成する必要がある。

【0021】従って、例えば、コイルの厚みを2～3μmとし、コイルの巻線間を絶縁するフォトレジスト層の厚みを2μmとし、エイペックスアンダルを45°～55°とすると、磁路長としては、コイルに対応する部分の長さに加え、コイルの外周端からスロートハイトゼロ位置の近傍までの距離である3～4μmの距離の2倍（上部磁極層と下部磁極層とのコンタクト部からコイル内周端までの距離も3～4μm必要。）の6～8μmが必要である。このコイルに対応する部分以外の長さが、30 磁路長の縮小を妨げる要因となっていた。

【0022】ここで、例えば、コイルの巻線の幅が1.5μm、コイルの巻線間の間隔が0.5μmの11巻コイルを2層で形成する場合を考える。この場合、図19に示したように、1層目を6巻、2層目を5巻すると、磁路長のうち、1層目のコイル112に対応する部分の長さは11.5μmである。磁路長には、これに加え、1層目のコイル112の外周端および内周端より、1層目のコイル112を絶縁するためのフォトレジスト層113の端部までの距離として、合計6～8μmの長さが必要になる。従って、磁路長は17.5～19.5μmとなる。なお、本出願では、磁路長を、図19において符号L₀で示したように、磁極層のうちの磁極部分およびコンタクト部分を除いた部分の長さで表す。このように、従来は、磁路長の縮小が困難であり、これが高周波特性の改善を妨げていた。

【0023】また、コイルの巻線間を絶縁する絶縁層としてフォトレジスト層を用いた場合には、フォトレジスト層が経年変化により変形しやすいという問題点や、薄膜磁気ヘッドの使用中にコイルの周辺で発生する熱によってフォトレジスト層が膨張して、磁極部分が記録媒体

側に突出するという問題点もある。

【0024】そこで、コイルの巻線間を絶縁する絶縁層として、フォトレジストのような樹脂系絶縁材料（有機絶縁材料）の代りに、樹脂系絶縁材料よりも硬い、アルミナやシリコン酸化物等の無機絶縁材料よりなる絶縁層を用いることが考えられる。

【0025】ところが、例えば、アスペクト比が1に近く、高さが $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 以上で幅が $2.0 \mu\text{m}$ 以下となるようなコイルの巻線間の空間に、無機絶縁材料よりなる絶縁層を形成する場合には、コイルの巻線間に無機絶縁材料が十分に入り込むことができず、絶縁層にボイドやキーホールと呼ばれる空隙が発生しやすいという問題点がある。絶縁層にこのような空隙が発生すると、コイルの形成後、薄膜磁気ヘッドが完成するまでに行われる、液体を使用する数多くの洗浄工程等において、空隙内に洗浄液や水分が入り込み、これがコイルを腐食させ、薄膜磁気ヘッドの信頼性を低下させる。

【0026】そこで、例えば特開平7-311912号公報に示されるように、コイルの形成後、コイルの巻線間の空間が途中まで埋まる程度の量のレジストを塗布し、コイルの巻線間の残された空間を無機酸化物によって覆うことによって、コイルの巻線間を絶縁する絶縁層を形成することも考えられる。この場合には、経年変化による絶縁層の変形と、絶縁層における空隙の発生を防止することが可能となる。

【0027】しかしながら、この場合でも、始めて形成されるレジスト層の外周端近傍において丸みを帯びた部分が形成されるため、磁路長の縮小は難しいという問題点がある。

【0028】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、磁路長の縮小を可能にすると共に、薄膜コイルの巻線間を絶縁するための絶縁層に空隙が発生することを防止できるようにした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、互いに磁気的に連結され、記録媒体に対向する媒体対向面側において互いに對向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備え、少なくとも一方の磁性層は、薄膜コイルの少なくとも一部に対向する位置に配置される第1の部分と、第1の部分における薄膜コイル側の面に接続され、磁極部分を形成する第2の部分とを有し、薄膜コイルの少なくとも一部は第2の部分の側方に配置され、薄膜磁気ヘッドは、更に、薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間を絶縁するための絶縁層を備え、絶縁層は、形成時に

流動性を有する絶縁材料よりなり、薄膜コイルの少なくとも一部の下地となる層に接して、薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間および第2の部分と薄膜コイルの少なくとも一部との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように配置された第1の絶縁膜と、無機絶縁材料よりなり、第1の絶縁膜を覆うように配置された第2の絶縁膜とを有するものである。

【0030】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、互いに磁気的に連結され、記録媒体に対向する媒体対向面側において互いに對向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法である。

【0031】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、第1の磁性層を形成する工程と、第1の磁性層の上にギャップ層を形成する工程と、ギャップ層の上に第2の磁性層を形成する工程と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、この第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で配置されるように、薄膜コイルを形成する工程とを含み、少なくとも一方の磁性層を形成する工程は、薄膜コイルの少なくとも一部に対向する位置に配置される第1の部分と、第1の部分における薄膜コイル側の面に接続され、磁極部分を形成する第2の部分とを形成し、薄膜コイルを形成する工程は、薄膜コイルの少なくとも一部を第2の部分の側方に配置し、薄膜磁気ヘッドの製造方法は、更に、薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間を絶縁するための絶縁層を形成する工程を含み、絶縁層を形成する工程は、形成時に流動性を有する絶縁材料よりなる第1の絶縁膜を、薄膜コイルの少なくとも一部の下地となる層に接して、薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間および第2の部分と薄膜コイルの少なくとも一部との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように形成する工程とを含むものである。

【0032】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、薄膜コイルの少なくとも一部が第2の部分の側方に配置されるので、薄膜コイルの少なくとも一部の端部を第2の部分の端部の近傍に配置することが可能となり、これにより、磁路長の縮小が可能になる。また、本発明では、薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間を絶縁するための絶縁層は、形成時に流動性を有する絶縁材料よりなり、薄膜コイルの少なくとも一部の下地となる層に接して、薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間および第2の部分と薄膜コイルの少なくとも一部との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように配置された第1の絶縁膜と、無機絶縁材料よりなり、第1の絶

縁膜を覆うように配置された第2の絶縁膜とを有する。これにより、薄膜コイルの巻線間を絶縁する絶縁層に空隙が発生することが防止される。

【0033】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第1の絶縁膜は、有機絶縁材料よりもよいにしてもよいし、スピノングラス膜としてもよい。

【0034】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第2の絶縁膜における第1の絶縁膜とは反対側の面は平坦化されていてもよい。

【0035】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法において、第1の絶縁膜は、薄膜コイルの少なくとも一部を覆うように形成されてもよいし、各空間の一部を埋めるように形成されてもよい。

【0036】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、第1の絶縁膜を形成する工程は、形成時に流動性を有する絶縁材料よりもなる膜を薄膜コイルの少なくとも一部を覆うように形成する工程と、エッチバックによって、薄膜コイルの少なくとも一部の上に位置する膜を除去する工程とを含んでいてもよい。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【第1の実施の形態】まず、図1ないし図6を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図1ないし図5において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0038】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$)よりもなる基板1の上に、例えばアルミナ(Al_2O_3)よりもなる絶縁層2を、約 $5 \mu\text{m}$ の厚みで堆積する。次に、絶縁層2の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりもなる再生ヘッド用の下部シールド層3を、約 $3 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって、絶縁層2の上に選択的に形成する。次に、図示しないが、全体に、例えばアルミナよりもなる絶縁層を、例えば $4 \sim 5 \mu\text{m}$ の厚みに形成し、例えばCMP(化学機械研磨)によって、下部シールド層3が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【0039】次に、下部シールド層3の上に、絶縁膜としての下部シールドギャップ膜4を、例えば約 $20 \sim 40 \text{ nm}$ の厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、再生用のMR素子5を、数十nmの厚みに形成する。MR素子5は、例えば、スパッタによって形成したMR膜を選択的にエッチングすることによって形成する。なお、MR素子5には、AMR素子、GMR素子、あるいはTMR(トンネル磁気抵抗効果)素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることが

できる。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、MR素子5に電気的に接続される一対の電極層6を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、絶縁膜としての上部シールドギャップ膜7を、例えば約 $20 \sim 40 \text{ nm}$ の厚みに形成し、MR素子5をシールドギャップ膜4、7内に埋設する。シールドギャップ膜4、7に使用する絶縁材料としては、アルミナ、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライカーボン(DLC)等がある。また、シールドギャップ膜4、7は、スパッタ法によって形成してもよいし、化学的気相成長(CVD)法によって形成してもよい。アルミナ膜よりもなるシールドギャップ膜4、7をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$)および H_2O を用いる。CVD法を用いると、薄く、且つ緻密でピンホールの少ないシールドギャップ膜4、7を形成することが可能となる。

【0040】次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層(以下、下部磁極層と記す。)8の第1の部分8aを、約 $1.0 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の厚みで、選択的に形成する。なお、下部磁極層8は、この第1の部分8aと、後述する第2の部分8bおよび第3の部分8cとで構成される。下部磁極層8の第1の部分8aは、後述する薄膜コイルの少なくとも一部に対向する位置に配置される。

【0041】次に、図2に示したように、下部磁極層8の第1の部分8aの上に、下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cを、約 $1.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。第2の部分8bは、下部磁極層8の磁極部分を形成し、第1の部分8aの薄膜コイルが形成される側(図において上側)の面に接続される。第3の部分8cは、第1の部分8aと後述する上部磁極層とを接続するための部分である。第2の部分8bのうち上部磁極層と対向する部分におけるエアベアリング面30とは反対側の端部の位置は、スロートハイトを規定する。また、第2の部分8bのうち上部磁極層と対向する部分におけるエアベアリング面30とは反対側の端部の位置がスロートハイトゼロ位置となる。

【0042】下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cは、NiFe(Ni:80重量%、Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%、Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN、FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe、Co系アモルファス材等を用いてよい。

【0043】次に、全体に、例えばアルミナよりもなる絶縁膜9を、約 $0.3 \sim 0.6 \mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0044】次に、下部磁極層8の第2の部分8bの側方における絶縁膜9の上に、フォトレジストをフォトリソグラフィ工程によりパターニングして、薄膜コイルをフレームめっき法によって形成するための図示しないフレームを形成する。次に、このフレームを用いて、フレームめっき法によって、絶縁膜9の上に、例えば銅(Cu)よりなる薄膜コイル10を形成する。例えば、薄膜コイル10の厚みは0.8～1.5μmとし、巻線の幅は0.5～1.0μmとし、巻線間の間隔は0.5～1.0μmとする。次に、フレームを除去する。なお、図中、符号10aは、薄膜コイル10を、後述する導電層(リード)と接続するための接続部を示している。

【0045】次に、例えばフォトリソグラフィによって、形成時に流動性を有する絶縁材料よりなる第1の絶縁膜11aを、薄膜コイル10の下地となる層である絶縁膜9に接して、薄膜コイル10における巻線間、下部磁極層8の第2の部分8bと薄膜コイル10との間、および下部磁極層8の第3の部分8cと薄膜コイル10との間の各空間を埋め、且つ薄膜コイル10を覆うように、選択的に形成する。第1の絶縁膜11aは、例えば、フォトレジスト(感光性樹脂)のような有機絶縁材料で形成してもよいし、塗布ガラスよりなるスピンドルグラス(SOG)膜としてもよい。

【0046】次に、第1の絶縁膜11aを上記各空間に十分入り込ませると共に、第1の絶縁膜11aの上面を平坦化するために、第1の絶縁膜11aに対して熱処理、例えば、100～200°Cの温度でUV(紫外線)キュアまたはアニールを施す。

【0047】次に、図3に示したように、例えばスパッタリングによって、第1の絶縁膜11aを覆うように、無機絶縁材料よりなり、第1の絶縁膜11aよりも硬い第2の絶縁膜11bを、例えば約3～4μmの厚みに形成する。第2の絶縁膜11bを形成するための無機絶縁材料としては、アルミナやシリコン酸化物等がある。次に、例えばCMPによって、下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cが露出するまで、絶縁膜11bを研磨して、表面を平坦化処理する。

【0048】このようにして、第1の絶縁膜11aおよび第2の絶縁膜11bによって、薄膜コイル10における巻線間を絶縁するための絶縁層11が形成される。

【0049】次に、図4に示したように、露出した下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cと絶縁層11の上に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層12を、例えば0.15～0.20μmの厚みに形成する。記録ギャップ層12に使用する絶縁材料としては、一般的に、アルミナ、窒化アルミニウム、シリコン酸化物系材料、シリコン窒化物系材料、ダイヤモンドライカーボン(DLC)等がある。また、記録ギャップ層12は、スパッタ法によって形成してもよいし、CVD法によって形成してもよい。アルミナ膜よりなる記録ギャップ層12をCVD法によって形成する場合には、材料としては例えばトリメチルアルミニウム(A1(C_{H₃)₃)およびH₂Oを用いる。CVD法を用いると、薄く、且つ緻密でピンホールの少ない記録ギャップ層12を形成することが可能となる。}

【0050】次に、磁路形成のために、下部磁極層8の第3の部分8cの上において、記録ギャップ層12を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。また、薄膜コイル10の接続部10aの上の部分において、記録ギャップ層12および絶縁層11を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【0051】次に、記録ギャップ層12の上において、エアベアリング面30から下部磁極層8の第3の部分8cの上の部分にかけて上部磁極層13を約2.0～3.0μmの厚みに形成すると共に、薄膜コイル10の接続部10aに接続されるように導電層21を約2.0～3.0μmの厚みに形成する。上部磁極層13は、下部磁極層8の第3の部分8cの上の部分に形成されたコンタクトホールを介して、下部磁極層8の第3の部分8cに接続されている。

【0052】上部磁極層13は、NiFe(Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、上部磁極層13を、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。

【0053】次に、図5に示したように、上部磁極層13をマスクとして、ドライエッティングにより、記録ギャップ層12を選択的にエッティングする。このときのドライエッティングには、例えば、BCl₂, Cl₂等の塩素系ガスや、CF₄, SF₆等のフッ素系ガス等のガスを用いた反応性イオンエッティング(RIE)が用いられる。次に、例えばアルゴンイオンミーリングによって、下部磁極層8の第2の部分8bを選択的に0.3μm程度エッティングして、図5(b)に示したようなトリム構造とする。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効的なトラック幅の増加を防止することができる。

【0054】次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層17を、20～40μmの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、上記各層を含むライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0055】本実施の形態では、第1の部分8a、第2

の部分8bおよび第3の部分8cよりなる下部磁極層8が、本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層13が、本発明における第2の磁性層に対応する。

【0056】図6は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの主要部分についての平面図（図6において上側に配置された図）と断面図（図6において下側に配置された図）とを対応付けて示す説明図である。なお、図6における平面図では、オーバーコート層17や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。図6において、符号THはスロートハイトを表し、TH0はスロートハイトゼロ位置を表し、MR-HはMRハイトを表し、Wは記録トラック幅を表している。

【0057】本実施の形態では、下部磁極層8の第2の部分8bのうち上部磁極層13に対向する部分では、エアベアリング面30とは反対側の端部がエアベアリング面30と平行な直線状に形成されている。下部磁極層8の第2の部分8bの他の部分におけるエアベアリング面30とは反対側の端部は、薄膜コイル10の外周の形状に近似した円弧状に形成されている。本実施の形態では、上述のように、下部磁極層8の第2の部分8bのうち上部磁極層13に対向する部分のエアベアリング面30とは反対側の端部をエアベアリング面30と平行な直線状に形成したので、スロートハイトおよびスロートハイトゼロ位置を正確に制御することができる。

【0058】また、本実施の形態では、上部磁極層13によってトラック幅Wを規定する。図6に示したように、上部磁極層13は、エアベアリング面30側から順に配置された第1の部分13A、第2の部分13Bおよび第3の部分13Cを有している。第1の部分13Aの幅は記録トラック幅Wに等しく、第2の部分13Bの幅は第1の部分13Aの幅よりも大きく、第3の部分13Cの幅は第2の部分13Bの幅よりも大きくなっている。第3の部分13Cの幅は、エアベアリング面30に近づく従って徐々に小さくなっている。また、第2の部分13Bの幅も、エアベアリング面30に近づく従って徐々に小さくなっている。

【0059】また、上部磁極層13において、第1の部分13Aの幅方向の端縁と第2の部分13Bの幅方向の端縁とを結ぶ端縁は、エアベアリング面30に平行になっている。同様に、上部磁極層13において、第2の部分13Bの幅方向の端縁と第3の部分13Cの幅方向の端縁とを結ぶ端縁も、エアベアリング面30に平行になっている。

【0060】上部磁極層13において、第1の部分13Aと第2の部分13Bとの境界の位置は、MRハイトゼロ位置（MR素子5のエアベアリング面30とは反対側の端部の位置）の近傍に配置されている。

【0061】また、上部磁極層13において、第2の部分13Bと第3の部分13Cとの境界の位置（図6における第2の部分13Bと第3の部分13Cとの段差部分

の近傍位置）は、スロートハイトゼロ位置TH0よりもエアベアリング面30側（図6において左側）に配置されている。

【0062】以上説明したように、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、再生ヘッドと記録ヘッドとを備えている。再生ヘッドは、MR素子5と、記録媒体に対向する側の一部がMR素子5を挟んで対向するように配置された、MR素子5をシールドするための下部シールド層3および上部シールド層（下部磁極層8）とを有している。

【0063】記録ヘッドは、互いに磁気的に連結され、記録媒体に対向する側において互いに對向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる下部磁極層8（第1の部分8a、第2の部分8bおよび第3の部分8c）および上部磁極層13と、この下部磁極層8の磁極部分と上部磁極層13の磁極部分との間に設けられた記録ギャップ層12と、少なくとも一部が下部磁極層8および上部磁極層13の間に、これらに対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル10とを有している。

【0064】本実施の形態では、下部磁極層8は、薄膜コイル10の少なくとも一部に対向する位置に配置された第1の部分8aと、この第1の部分8aにおける薄膜コイル10側（図において上側）の面に接続され、磁極部分を形成し、スロートハイトを規定する第2の部分8bとを有し、薄膜コイル10は、下部磁極層8の第2の部分8bの側方（図において右側）に配置されている。

【0065】また、本実施の形態では、薄膜コイル10における巻線間を絶縁するための絶縁層11は、形成時に流動性を有する絶縁材料よりなり、薄膜コイル10の下地となる層である絶縁膜9に接して、薄膜コイル10における巻線間、下部磁極層8の第2の部分8bと薄膜コイル10との間、および下部磁極層8の第3の部分8cと薄膜コイル10との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように配置された第1の絶縁膜11aと、無機絶縁材料よりなり、第1の絶縁膜11aを覆うように配置された第2の絶縁膜11bとを有している。また、第2の絶縁膜11bの上面は、下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cの上面と共に平坦化されている。

【0066】本実施の形態では、薄膜コイル10を下部磁極層8の第2の部分8bの側方に配置し、平坦な絶縁膜9の上に形成している。そのため、本実施の形態によれば、薄膜コイル10を微細に精度よく形成することが可能になる。更に、本実施の形態によれば、下部磁極層8の第2の部分8bのエアベアリング面30とは反対側の端部、すなわちスロートハイトゼロ位置の近くに薄膜コイル10の端部を配置することができる。

【0067】これらのことから、本実施の形態によれば、例えば従来に比べて30～40%程度、磁路長の縮小が可能となり、その結果、薄膜コイル10で発生した

起磁力を効率よく記録に利用することが可能となる。従って、本実施の形態によれば、記録ヘッドの高周波特性や、非線形トランジションシフト(Non-linear Transition Shift; NLTS)や、オーバーライト特性の優れた薄膜磁気ヘッドを提供することが可能となる。

【0068】また、本実施の形態によれば、磁路長の縮小が可能となることから、巻き数を変えることなく薄膜コイル10の全長を大幅に短くすることができる。これにより、薄膜コイル10の抵抗を小さくすることができるので、その分、薄膜コイル10の厚みを小さくすることが可能となる。

【0069】また、本実施の形態では、薄膜コイル10の巻線間を絶縁するための絶縁層11は、第1の絶縁膜11aと第2の絶縁膜11bとを有している。第1の絶縁膜11aは、形成時に流動性を有する絶縁材料よりも、薄膜コイル10の下地となる層である絶縁膜9に接して、薄膜コイル10における巻線間、下部磁極層8の第2の部分8bと薄膜コイル10との間、および下部磁極層8の第3の部分8cと薄膜コイル10との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように形成される。第2の絶縁膜11bは、無機絶縁材料よりも、第1の絶縁膜11aを覆うように形成される。

【0070】従って、本実施の形態によれば、第1の絶縁膜11aが上記各空間内に十分入り込むので、絶縁層11に空隙が発生することを防止することができる。また、本実施の形態によれば、第1の絶縁膜11aを覆うように、無機絶縁材料よりも第2の絶縁膜11bを形成したので、絶縁層11が経年変化により変形することを防止することができる。これらのことから、本実施の形態によれば、薄膜磁気ヘッドの信頼性を向上させることができる。

【0071】また、本実施の形態によれば、第1の絶縁膜11aを覆うように、無機絶縁材料よりも第2の絶縁膜11bを形成したので、薄膜磁気ヘッドの使用中に、薄膜コイル10の周辺で発生する熱による膨張によって磁極部分が記録媒体側に突出することを防止することができる。そのため、本実施の形態によれば、スライダを記録媒体に近い位置で浮上させることができ、記録媒体に近い位置で浮上させることができ、薄膜磁気ヘッドの特性を向上させることができる。

【0072】また、本実施の形態では、第2の絶縁膜11bの上面を、下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cの上面と共に平坦化している。従って、本実施の形態によれば、記録トラック幅を規定する上部磁極層13を平坦な面の上に形成することができる。そのため、本実施の形態によれば、記録トラック幅を例えハーフミクロン寸法やクオータミクロン寸法にも小さくしても、上部磁極層13を精度よく形成することができ、記録トラック幅を正確に制御することができる。

【0073】[第2の実施の形態] 次に、図7ないし図

10を参照して、本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図7ないし図10において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0074】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、薄膜コイル10を形成する工程までは、第1の実施の形態と同様である。

【0075】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、次に、図7に示したように、例えフォトリソグラフィによって、形成時に流動性を有する絶縁材料よりも第1の絶縁膜11aを、薄膜コイル10の下地となる層である絶縁膜9に接して、薄膜コイル10における巻線間、下部磁極層8の第2の部分8bと薄膜コイル10との間、および下部磁極層8の第3の部分8cと薄膜コイル10との間の各空間を埋め、且つ薄膜コイル10を覆うように、選択的に形成する。

【0076】次に、第1の絶縁膜11aを上記各空間に十分入り込ませると共に、第1の絶縁膜11aの上面を平坦化するために、第1の絶縁膜11aに対して熱処理、例え、100～200°Cの温度でUVキュアまたはアニールを施す。

【0077】次に、図8に示したように、例えCH₄系のガスまたはO₂プラズマを用いた異方性エッチングによるエッチバックによって、少なくとも薄膜コイル10の上に位置する第1の絶縁膜11aを除去する。なお、本実施の形態では、エッチバック後の第1の絶縁膜11aが、上記各空間の全体を埋めるようにしてもよいし、図8に示したように上記各空間の一部を埋めるようにしてもよい。

【0078】次に、図9に示したように、第1の絶縁膜11aを覆うように、無機絶縁材料よりも第2の絶縁膜11bを、例え約3～4μmの厚みに形成する。次に、例えCMPによって、下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cが露出するまで、絶縁膜11bを研磨して、表面を平坦化処理する。

【0079】このようにして、第1の絶縁膜11aおよび第2の絶縁膜11bによって、薄膜コイル10における巻線間を絶縁するための絶縁層11が形成される。

【0080】その後の工程は、第1の実施の形態と同様である。図10は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【0081】本実施の形態における他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0082】[第3の実施の形態] 次に、図11ないし図15を参照して、本発明の第3の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図11ないし図14において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0083】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、絶縁膜9を形成する工程までは、第1の実施の形態と同様である。

【0084】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、次に、図11に示したように、第1の実施の形態における薄膜コイル10を形成する場合と同様の手順によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第1層部分31を形成する。例えば、薄膜コイルの第1層部分31の厚みは0.8～1.5μmとし、巻線の幅は0.5～1.0μmとし、巻線間の間隔は0.5～1.0μmとする。なお、図中、符号31aは、薄膜コイルの第1層部分31を後述する第2層部分に接続するための接続部を示している。

【0085】次に、第1の実施の形態における第1の絶縁膜11aを形成する場合と同様の手順によって、第1の絶縁膜11aと同様の絶縁膜32aを形成し、絶縁膜32aに対して熱処理を施す。

【0086】次に、図12に示したように、第1の実施の形態における第2の絶縁膜11bを形成する場合と同様の手順によって、第2の絶縁膜11bと同様の絶縁膜32bを形成し、下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cが露出するまで、絶縁膜32bを研磨して、表面を平坦化処理する。

【0087】このようにして、絶縁膜32aおよび絶縁膜32bによって、薄膜コイルの第1層部分31における巻線間を絶縁するための絶縁層32が形成される。

【0088】次に、図13に示したように、露出した下部磁極層8の第2の部分8bおよび第3の部分8cと絶縁層32の上に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層12を、例えば0.15～0.20μmの厚みに形成する。

【0089】次に、磁路形成のために、下部磁極層8の第3の層8cの上において、記録ギャップ層12を部分的にエッティングしてコンタクトホールを形成する。

【0090】次に、記録ギャップ層12の上に、上部磁極層13の磁極部分を形成する磁極部分層13aを例えば2.0～3.0μmの厚みに形成すると共に、下部磁極層8の第3の部分8cの上に形成されたコンタクトホールの位置に、磁性層13bを2.0～3.0μmの厚みに形成する。なお、本実施の形態における上部磁極層13は、磁極部分層13aおよび磁性層13bと、後述するヨーク部分層13cとで構成される。磁性層13bは、ヨーク部分層13cと下部磁極層8の第3の部分8cとを接続するための部分である。

【0091】上部磁極層13の磁極部分層13aおよび磁性層13bは、NiFe(Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%, Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材

料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。

【0092】次に、上部磁極層13の磁極部分層13aをマスクとして、ドライエッティングにより、記録ギャップ層12を選択的にエッティングする。このときのドライエッティングには、例えば、BCl₂, Cl₂等の塩素系ガスや、CF₄, SF₆等のフッ素系ガス等のガスを用いた反応性イオンエッティング(RIE)が用いられる。次に、例えばアルゴンイオンミーリングによって、下部磁極層8の第2の部分8bを選択的に0.3μm程度エッティングして、図13(b)に示したようなトリム構造とする。

【0093】次に、薄膜コイルの第1層部分31の接続部31aの上の部分において、記録ギャップ層12および絶縁層32をエッティングしてコンタクトホールを形成する。

【0094】次に、上部磁極層13の磁極部分層13aの側方における記録ギャップ層12の上に、フレームめつき法によって、例えば銅よりなる薄膜コイルの第2層部分34を形成する。例えば、薄膜コイルの第2層部分34の厚みは0.8～1.5μmとし、巻線の幅は0.5～1.0μmとし、巻線間の間隔は0.5～1.0μmとする。なお、図中、符号34aは、薄膜コイルの第2層部分34を第1層部分31に接続するための接続部を示している。

【0095】次に、例えばフォトリソグラフィによって、形成時に流動性を有する絶縁材料よりなる絶縁膜35aを、薄膜コイルの第2層部分34の下地となる層である記録ギャップ層12に接して、第2層部分34における巻線間、磁極部分層13aと第2層部分34との間、および磁性層13bと第2層部分34との間の各空間を埋め、且つ第2層部分34を覆うように、選択的に形成する。絶縁膜35aは、例えば、フォトレジストのような有機絶縁材料で形成してもよいし、スピンドラッグラス膜としてもよい。

【0096】次に、絶縁膜35aを上記各空間に十分入り込ませると共に、絶縁膜35aの上面を平坦化するために、絶縁膜35aに対して熱処理、例えば、100～200°Cの温度でUV(紫外線)キュアまたはアニールを施す。

【0097】次に、図14に示したように、絶縁膜35aを覆うように、無機絶縁材料よりなる絶縁膜35bを、例えば約3～4μmの厚みに形成する。絶縁膜35bを形成するための無機絶縁材料としては、アルミナやシリコン酸化物等がある。次に、例えばCMPによって、上部磁極層13の磁極部分層13aおよび磁性層13bが露出するまで、絶縁膜35bを研磨して、表面を平坦化処理する。

【0098】このようにして、絶縁膜35aおよび絶縁膜35bによって、薄膜コイルの第2層部分34における

る巻線間を絶縁するための絶縁層35が形成される。

【0099】次に、平坦化された上部磁極層13の磁極部分層13aおよび磁性層13bと、絶縁層35の上に、記録ヘッド用の磁性材料からなる上部磁極層のヨーク部分を形成するヨーク部分層13cを、例えば2.0～3.0μmの厚みに形成する。このヨーク部分層13cは、磁性層13bを介して、下部磁極層8の第3の部分8cと接触し、磁気的に連結している。上部磁極層13のヨーク部分層13cは、NiFe(Ni:80重量%，Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%，Fe:55重量%)等を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、上部磁極層13のヨーク部分層13cを、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。

【0100】本実施の形態では、上部磁極層13のヨーク部分層13cのエアベアリング面30側の端面は、エアベアリング面30から離れた位置(図14(a)において右側)に配置されている。

【0101】次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層37を、2.0～4.0μmの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面30を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0102】本実施の形態では、磁極部分層13a、磁性層13bおよびヨーク部分層13cよりなる上部磁極層13が、本発明における第2の磁性層に対応する。また、磁極部分層13aは、本発明における磁性層の第2の部分に対応し、ヨーク部分層13cは、本発明における磁性層の第1の部分に対応する。

【0103】図15は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの主要部分についての平面図(図15において上側に配置された図)と断面図(図15において下側に配置された図)とを対応付けて示す説明図である。なお、図15における平面図では、オーバーコート層37や、他の絶縁層および絶縁膜を省略している。図15において、符号THはスロートハイトを表し、TH0はスロートハイトゼロ位置を表し、MR-HはMRハイトを表し、Wは記録トラック幅を表している。

【0104】この図に示したように、上部磁極層13の磁極部分層13aは、エアベアリング面30側に配置された第1の部分13a₁と、この第1の部分13a₁に連結され、エアベアリング面30から離れた位置に配置された第2の部分13a₂とを含む。第1の部分13a₁

幅は記録トラック幅Wに等しく、第2の部分13a₂の幅は第1の部分13a₁の幅よりも大きくなっている。また、第1の部分13a₁と第2の部分13a₂との境界の位置(第1の部分13a₁と第2の部分13a₂との段差部分の位置)は、スロートハイトゼロ位置TH0の近傍に配置されている。

【0105】上部磁極層13のヨーク部分層13cの幅は、磁極部分層13aと重なる部分では、磁極部分層13aとの幅とほぼ等しく、エアベアリング面30とは反対側に向かうほど大きくなるように変化した後、一定の大きさになっている。

【0106】以上説明したように、本実施の形態では、薄膜コイルの第1層部分31を下部磁極層8の第2の部分8bの側方に配置し、平坦な絶縁膜9の上に形成している。更に、本実施の形態では、薄膜コイルの第1層部分31の巻線間を絶縁するための絶縁層32の上面を下部磁極層8の第2の部分8bの上面と共に平坦化し、その平坦化された面の上に、記録ギャップ層12を介して、上部磁極層13の磁極部分層13aと薄膜コイルの第2層部分34とを形成し、薄膜コイルの第2層部分34を磁極部分層13aの側方に配置している。従って、本実施の形態によれば、薄膜コイルの第1層部分31および第2層部分34を共に微細に精度よく形成することが可能になると共に、薄膜コイルの第1層部分31の端部を下部磁極層8の第2の部分8bの端部の近くに配置でき、薄膜コイルの第2層部分34の端部を上部磁極層13の磁極部分層13aの端部の近くに配置できる。そのため、本実施の形態によれば、薄膜コイルを2層とした分、第1の実施の形態に比べて、より磁路長の縮小が可能となる。

【0107】また、本実施の形態では、薄膜コイルの第1層部分31の巻線間を絶縁するための絶縁層32は、絶縁膜32aと絶縁膜32bとを有している。絶縁膜32aは、形成時に流動性を有する絶縁材料よりなり、第1層部分31の下地となる層である絶縁膜9に接して、第1層部分31における巻線間、下部磁極層8の第2の部分8bと第1層部分31との間、および下部磁極層8の第3の部分8cと第1層部分31との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように形成される。絶縁膜32bは、無機絶縁材料よりなり、絶縁膜32aを覆うように形成される。

【0108】また、本実施の形態では、薄膜コイルの第2層部分34の巻線間を絶縁するための絶縁層35は、絶縁膜35aと絶縁膜35bとを有している。絶縁膜35aは、形成時に流動性を有する絶縁材料よりなり、第2層部分34の下地となる層である記録ギャップ層12に接して、第2層部分34における巻線間、上部磁極層13の磁極部分層13aと第2層部分34との間、および上部磁極層13の磁性層13bと第2層部分34との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように形成され

る。絶縁膜35bは、無機絶縁材料よりなり、絶縁膜35aを覆うように形成される。

【0109】従って、第1の実施の形態と同様に、本実施の形態によれば、絶縁層32, 35に空隙が発生することを防止することができると共に、絶縁層32, 35が経年変化により変形することを防止することができる。また、第1の実施の形態と同様に、本実施の形態によれば、薄膜磁気ヘッドの使用中に、薄膜コイルの第1層部分31および第2層部分34の周辺で発生する熱による膨張によって磁極部分が記録媒体側に突出することを防止することができるので、スライダを記録媒体に近い位置で浮上させることができると、薄膜磁気ヘッドの特性を向上させることができる。

【0110】また、本実施の形態によれば、薄膜コイルの第1層部分31を下部磁極層8の第2の部分8bの側方に配置し、第1層部分31の巻線間を絶縁するための絶縁層32の上面を下部磁極層8の第2の部分8bの上面と共に平坦化したので、記録トラック幅を規定する上部磁極層13の磁極部分層13aを平坦な面の上に形成することができる。そのため、本実施の形態によれば、記録トラック幅を例えばハーフミクロン寸法やクオータミクロン寸法にも小さくしても、磁極部分層13aを精度よく形成することができ、記録トラック幅の縮小が可能になる。

【0111】また、本実施の形態によれば、薄膜コイルの第2層部分34を上部磁極層13の磁極部分層13aの側方に配置し、第2層部分34の巻線間を絶縁するための絶縁層35の上面を上部磁極層13の磁極部分層13aの上面と共に平坦化したので、上部磁極層13のヨーク部分層13cも、平坦な面の上に形成することができる。そのため、本実施の形態によれば、ヨーク部分層13cも微細に形成可能となり、その結果、記録媒体に対して、本来、記録すべき領域以外の領域にもデータを書き込んでしまう、いわゆるサイドライトの発生を防止することができる。

【0112】また、本実施の形態では、上部磁極層13のヨーク部分層13cのエアベアリング面30側の端面を、エアベアリング面30から離れた位置に配置している。そのため、本実施の形態によれば、スロートハイトが小さい場合においても、上部磁極層13のヨーク部分層13cがエアベアリング面30に露出することができ、その結果、いわゆるサイドライトの発生を防止することができる。

【0113】なお、本実施の形態における絶縁層32, 35を、第2の実施の形態における絶縁層11と同様の手順によって形成してもよい。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0114】本発明は、上記各実施の形態に限定され

ず、種々の変更が可能である。例えば上記各実施の形態では、基体側に読み取り用のMR素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型磁気変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【0115】つまり、基体側に書き込み用の誘導型磁気変換素子を形成し、その上に、読み取り用のMR素子を形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極層の機能を有する磁性膜を下部磁極層として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極層の機能を有する磁性膜を上部磁極層として形成することにより実現できる。この場合、誘導型磁気変換素子の上部磁極層とMR素子の下部シールド層を兼用させることが好ましい。

【0116】また、本発明は、誘導型磁気変換素子のみを備えた記録専用の薄膜磁気ヘッドや、誘導型磁気変換素子によって記録と再生を行う薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

20 【0117】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし6のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項7ないし13のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、少なくとも一方の磁性層が、薄膜コイルの少なくとも一部に対向する位置に配置される第1の部分と、第1の部分における薄膜コイル側の面に接続され、磁極部分を形成する第2の部分とを有し、薄膜コイルの少なくとも一部が第2の部分の側方に配置されるようにしたので、薄膜コイルの少なくとも一部の端部を第2の部分の端部の近傍に配置することが可能となり、これにより、磁路長の縮小が可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間を絶縁するための絶縁層は、形成時に流動性を有する絶縁材料よりなり、薄膜コイルの少なくとも一部の下地となる層に接して、薄膜コイルの少なくとも一部における巻線間および第2の部分と薄膜コイルの少なくとも一部との間の各空間の少なくとも一部を埋めるように配置された第1の絶縁膜と、無機絶縁材料よりなり、第1の絶縁膜を覆うように配置された第2の絶縁膜とを有するので、薄膜コイルの巻線間を絶縁する絶縁層に空隙が発生することを防止することができるという効果を奏する。

【0118】また、請求項4記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項10記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の絶縁膜における第1の絶縁膜とは反対側の面を平坦化したので、更に、第2の絶縁膜の上に形成される層を精度よく形成することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

50 【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッ

ドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの主要部分についての平面図と断面図とを対応付けて示す説明図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】図8に続く工程を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】本発明の第3の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図12】図11に続く工程を説明するための断面図で

ある。

【図13】図12に続く工程を説明するための断面図である。

【図14】図13に続く工程を説明するための断面図である。

【図15】本発明の第3の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの主要部分についての平面図と断面図とを対応付けて示す説明図である。

【図16】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図17】図16に続く工程を説明するための断面図である。

【図18】図17に続く工程を説明するための断面図である。

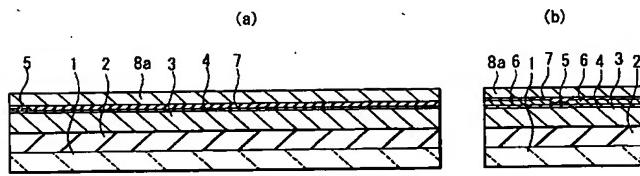
【図19】図18に続く工程を説明するための断面図である。

【図20】従来の磁気ヘッドの平面図である。

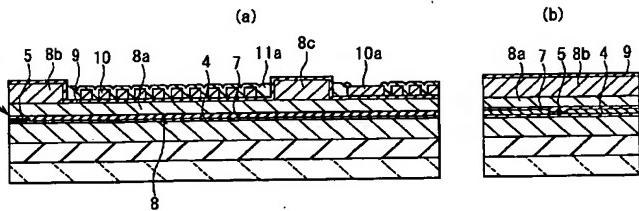
【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、5…MR素子、8…下部磁極層、8a…下部磁極層の第1の部分、8b…下部磁極層の第2の部分、8c…下部磁極層の第3の部分、10…薄膜コイル、11…絶縁層、11a…第1の絶縁膜、11b…第2の絶縁膜、12…記録ギャップ層、13…上部磁極層、17…オーバーコート層。

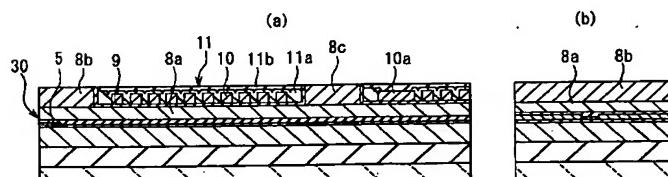
【図1】



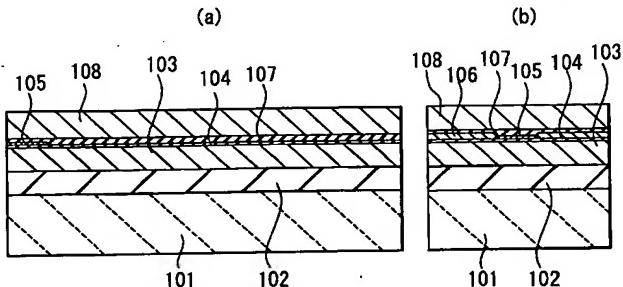
【図2】



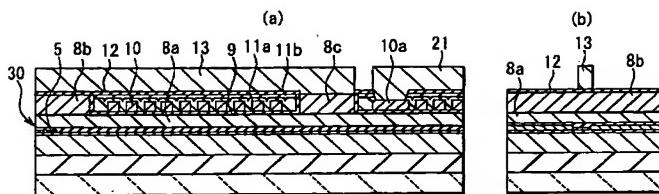
【図3】



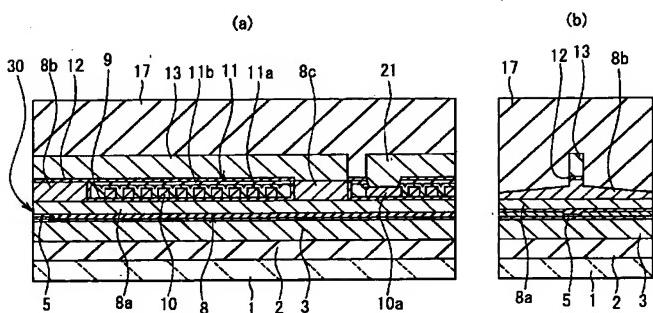
【図16】



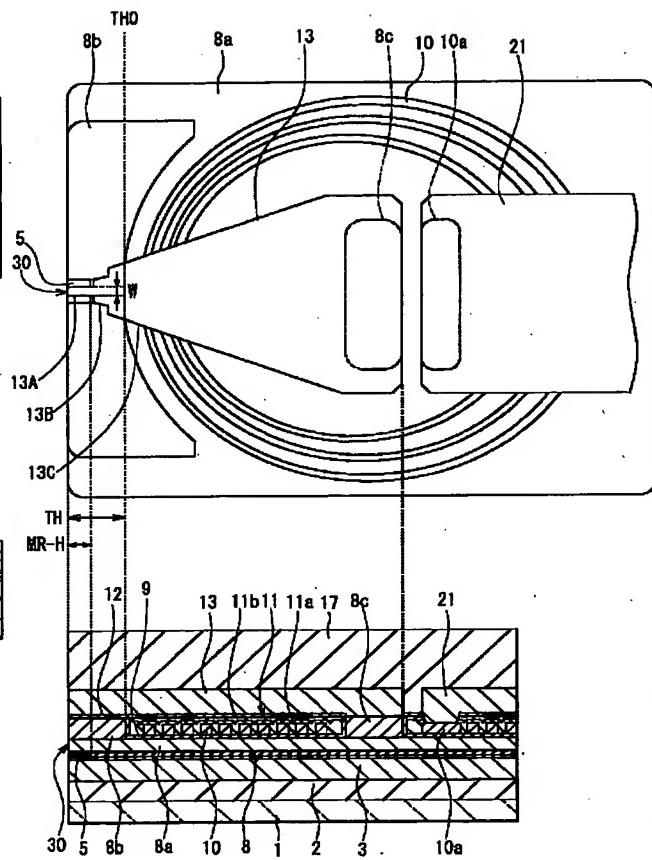
【図4】



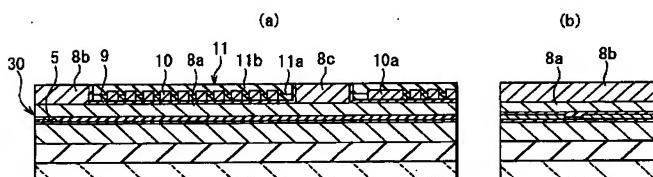
【図5】



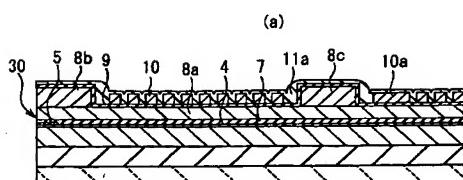
【図6】



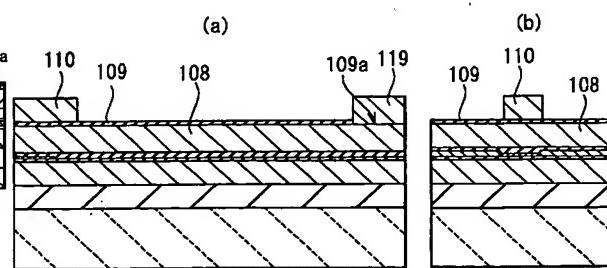
【図9】



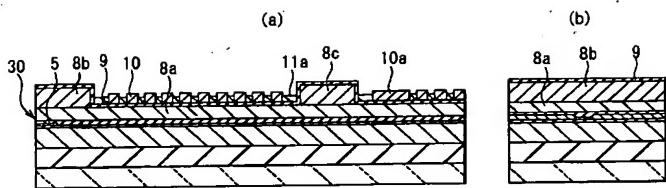
【図7】



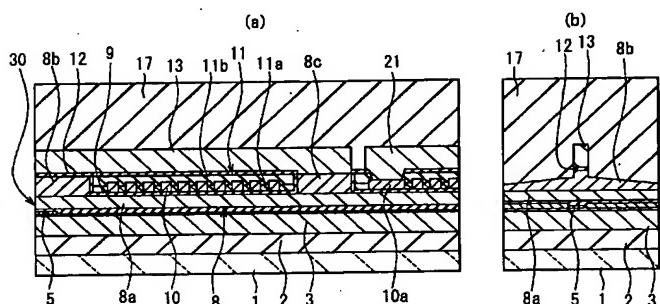
【図17】



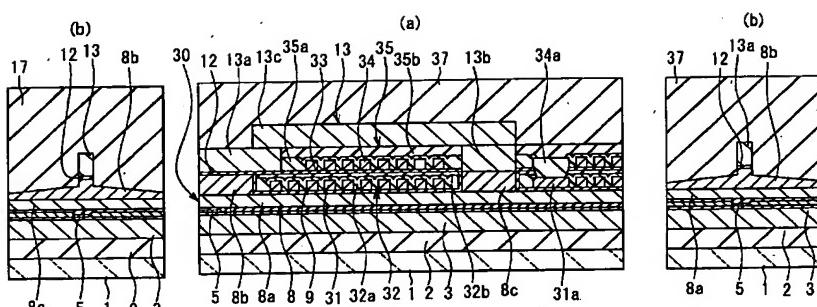
【図8】



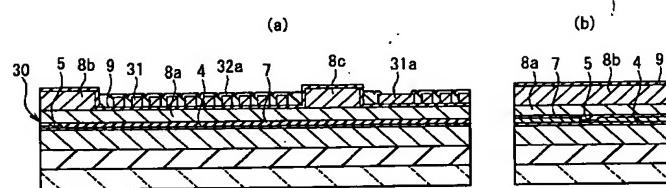
【図10】



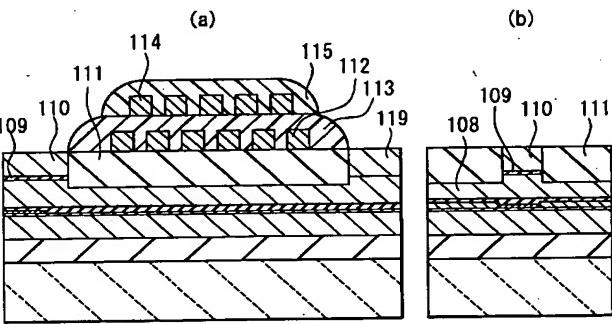
【図14】



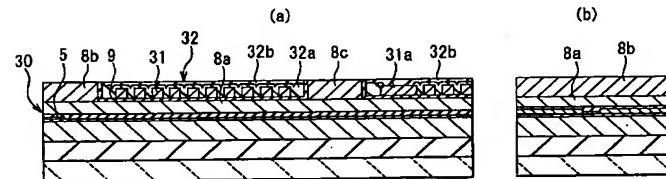
【図11】



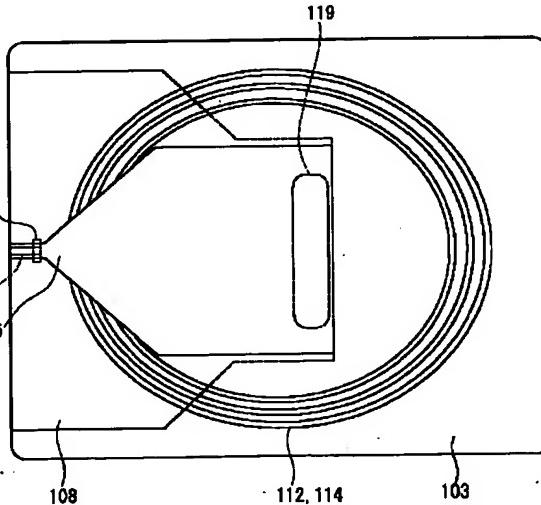
【図18】



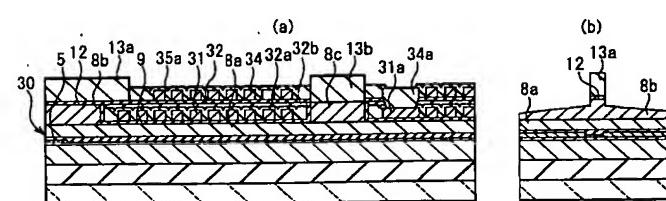
【図12】



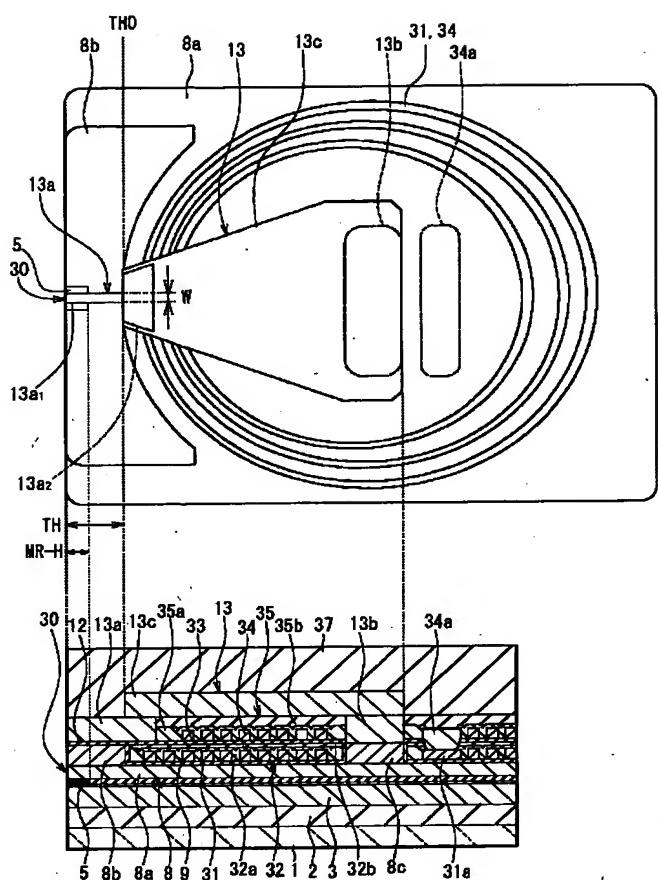
【図20】



【図13】



【図15】



【図19】

